GHEORGHE UZUNOV
ELENA DINU
DUMITRU CATANĂ
ANASTASE PRUIU
ION DRAGOMIR
ADRIAN PETRE

MANUALUL OFIȚERULUI MECANIC MARITIM

vol. I

Coordonatori:
Gheorghe Uzunov, Anastase Pruiu



EDITURA TEHNICĂ
București, 1997

Adresa: EDITURA TEHNICĂ
Piața Presei Libere, 1
33 București, România
Cod 71341

Redactor: ing. Maria Antoinette **Ionescu**
Tehnoredactor: **Nicoleta** Negoiță
Editare computerizată: **Vochita Pruiu**
Laura **Alexe**
Coperta: Camelia Dumitru

Bun de tipar: 19.05.1997 Coli: 32,5
C.Z.U.: 629.12
ISBN: 973-31-1057-4
ISBN: **973-31-1061-2**

PREFAȚĂ

Concepția și ordonarea **materialului prezentei** *lucrări se* **bazează,** *cu* **precădere, pe·** *aspectele* **principale** *și generale ale posibilității de exploatare* **în** *condiții de siguranță a* **maşinilor, mecanismelor,** *sistemelor și instalațiilor navale.*

Activitatea de **exploatare a** *motoarelor, mașinilor și instalațiilor navale impune ofițerilor mecanici o pregătire* **teoretică** *și practică* **multidisciplinară, cunoştinţe** *teoretice de bază privind principiile de fitncționare ale mașinilor și* **instalaţiilor,** *metode de măsurare a mărimilor fizice, analiza datelor și interpretarea rapidă a rezultatelor.*

Documentația de exploatare a mașinilor **cuprinde reguli,** *instrucțiuni și date tehnice specifice, iar pentru* **interpretarea** *lor rapidă și corectă este necesară o informare tehnică* **continuă.**

Activitatea de **exploatare a motoarelor, maşinilor, agregatelor** *și* **instalaţiilor** *de la bordul navelor este* **puternic influenţată** *de următorii factori:*

Complexitatea - **datorată numărului** *mare de tipuri de* **motoare, maşini, agregate, dispozitive** *și instalații montate tn compartimentul mașini* **sau** *pe puntea principală, cu parametrifuncționali ridicați si* **dimensiuni** *geometrice mari, a căror funcționare are la bază* **diverse principii termotehnice, mecanice,** *hidraulice etc.*

factorul economic - impus de armatori privind economia de **combustibil,** *de* **apă,** *de* **lubrifianţi,***precum și de reducerea cheltuielilor legate de plata echipajelor și a condițiilor de muncă la bordul navelor. La unele* **nave,** *armatorii au redus numărul de membri ai echipajului până la limita de* **siguranţă,** *impunând sarcini* **sporite.**

Condițiile **hidrometeorologice** *- existente tn natură în diversele puncte cardinale tn care se află nava.*

Factorul uman - legat de pregătirea profesională a echipajului și de durata voiajelor între una și unsprezece luni de **navigaţie. S-a** *dovedit că pentru această activitate* **desfăşurată** *la bordul navei în condiții de* **ruliu, tangaj, zgomote,** *vibrații, gaze și temperaturi ridicate este necesară o pregătire multidisciplinară* **complexă,** *o condiție fizică bună și un moral ridicat.*

Această cane este adresată, în principal, ofițerilor mecanici care **îşi** *petrec o bună pane din viață la bordul navelor, prin a căror pricepere tehnică și stăpânire de sine supraveghează instalațiile, fac reparații complexe, mențin navele în condiții de* **vitalitate,** *asigurând prin aceasta transponuri importante de mărfuri și de pasageri între diverse ponuri ale lumii.*

Pentru a stăpâni această **tehnică** *deosebit de complexă, ofițerilor mecanici li se impun condiții de pregătire superioare, marcate de examenele de brevet la un număr mare de* **discipline***fundamentale și de* **specialitate.**

Manualul va apărea ***în*** *două* ***volume****. în* ***primul volum, respectând principiile generale*** *privind* ***pregătirea studenților în învățământul*** *superior de* ***marină,*** *se prezintă* ***noțiunile*** *fundamentale de* ***matematică,*** *termodinamică* ***tehnică,*** *rezistența* ***materialelor,*** *desen tehnic, organe de mașini, motoare navale, căldări, mașini cu abur cu piston,* ***caracteristicile*** *de exploatare ale apei, combustibililor* ***şi lubrifianților.***

De asemenea sunt ***prezentate*** *cele* ***mai*** *importante acorduri* ***regionale şi internaționale*** *privind introducere* ***I.S.M.*** *(International System Management) si P.* ***C.*** *S. (Post Control* ***State)*** *pentru instalațiile navale, precum si privind pregătirea profesională și conduita socială a echipajului.*

în volumul al doilea, autorii își propun să prezinte următoarele: turbine cu abur, turbine cu gaze, pompe, compresoare, instalații de ***ambarcare şi*** *transfer de combustibil, instalația de apă tehnică,* ***instalația de*** *apă* ***potabilă,*** *instalația* ***frigorifică*** *de aer condiționat, instalații specifice tancurilor petroliere* ***ş.a.***

Canea este adresată ofițerilor mecanici maritimi si ofițerilor mecanici fluviali, inginerilor mecanici din șantierele navale, inginerilor de la companiile de navigație, studenților din învățământul de marină.

Tehnoredactarea computerizată a cărții a fost făcută de doamna ***Vochița*** *Pruiu si doamna Laura* ***Alexe,*** *cărora le mulțumim pe această cale pentru efortul* ***depus.***

Constanța, mai 1997 · Autorii

CUPRINS

1.

MATEMATICĂ

1.1. Elemente uzuale de algebră

1.1.1.Puteri

$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$; $a^m : a^n = a^{m-n}$; $a^m \cdot b^m = (ab)^m$; $a^m : b^m = \left(\frac{a}{b}\right)^m$; $\left(a^m\right)^n = a^{m \cdot n}$;

$1 : a^m = a^{-m}$; $(-1)^{2n+1} = -1$; $(-1)^{2n} = +1$; $a^0 = 1$; $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$;

$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$; $(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$; $(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$;

$a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$; $a^3 - b^3 = (a-b)(a^2 + ab + b^3)$; $a^3 - b^3 = (a+b)(a^2 - ab + b^3)$;

$(a+b)^n =$

$n = 0$	1	$(a+b)^0 = 1$
$n = 1$	1 1	$(a+b)^1 = a+b$
$n = 2$	1 2 1	$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
$n = 3$	1 3 3 1	$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$
$n = 4$	1 4 6 4 1	$(a+b)^4 = a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$
$n = 5$	1 5 10 10 5 1	$(a+b)^5 = a^5 + 5a^4b + 10a^3b^2 + 10a^2b^3 + 5ab^4 + b^5$

1.1.2. Radicali

$\sqrt[m]{a} = a^{\frac{1}{m}}$; $\sqrt[m]{a \cdot b \cdot c} = \sqrt[m]{a} \cdot \sqrt[m]{b} \cdot \sqrt[m]{c} = a^{\frac{1}{m}} \cdot b^{\frac{1}{m}} \cdot c^{\frac{1}{m}}$; $\sqrt[m]{a:b} = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{m}}$;

$\sqrt[m]{\frac{1}{a}} = \sqrt[m]{a^{-1}} = a^{-\frac{1}{m}}$; $\sqrt{a} + \sqrt{b} = \sqrt{a + b + 2\sqrt{ab}}$; $\sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a + b - 2\sqrt{ab}}$;

când $b<a$, $\sqrt{a^2 \pm b} \approx a \pm \frac{b}{2a}$; $\sqrt[3]{a^3 \pm b} \approx a \pm \frac{b}{2a}$; $\sqrt{a^n \pm b} \approx a \pm \frac{b}{n \cdot a^{n-1}}$

când $a > b$, $\sqrt{a^2+b^2} \approx 0,960\cdot a + 0,398\cdot b$; $\sqrt{a^2+b^2} \approx 0,9938\cdot a + 0,0703\cdot b + 0,3567\cdot\frac{b^2}{a}$;

când $a > b > c$, $\sqrt{a^2+b^2+c^2} \approx 0,939\cdot a + 0,389\cdot b + 0,297\cdot c$

1.1.3. Trinomul de gradul doi

$ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$, unde

$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ sunt rădăcinile ecuației: $ax^2 + bx + c = 0$ sau

$x_{1,2} = -\frac{b}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - c}$ sunt rădăcinile **ecuației:** $x^2 + bx + c = 0$

1.1.4. Sisteme de numerație

Numărul de simboluri folosit pentru scrierea unui număr este denumit: ***baza sistemului de numerație.***

1) Sistemul în baza 2; - simboluri: 0; 1. Sistemul binar
2) Sistemul în baza 3; - simboluri: 0; 1; 2.
3) Sistemul în baza 4; - simboluri: 0; 1; 2; 3.
4) Sistemul în baza 5; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4.
5) Sistemul în baza 6; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5.
6) Sistemul în baza 7; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6.
7) Sistemul în baza 8; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7.
8) Sistemul în baza 9; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8.
9) Sistemul în baza 10; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9.
10) Sistemul în baza 11; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; a.
11) Sistemul în baza 12; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; a; b.
12) Sistemul în baza 13; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; a; b; c.
13 Sistemul în baza 14; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; a; b; c; d.
14) Sistemul în baza 15; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; a; b; c; d; e.
15) Sistemul în baza 16; - simboluri: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; a; b; c; d; e; f.

Exemple:

	2
21	1
10	0
5	1
2	0
1	1

$21_{10} \longrightarrow 10101_2$

$1\cdot 2^0 + 0\cdot 2^1 + 1\cdot 2^2 + 0\cdot 2^3 + 1\cdot 2^4 =$
$= 1 + 4 + 16 = 21$

	3
21	0
7	1
2	2

21_{10} ----> 210_3

$O \cdot 3^{\circ} + 1 \cdot 3^1 + 2 \cdot 3^2 = 3 + 18 = 21$

	4
21	1
5	1
1	1

21_{10} ----> 111_4

$1 \cdot 4^{\wedge} + 1 \cdot 4^{'} + 4^{\wedge} = 1 + 4 + 16 = 21$

	5
21	1
4	4

21_{10} ----> 41_5

$1 \cdot 5^{\circ} + 4 \cdot 5^1 = 1 + 20 = 21$

	6
21	3
3	3

21_{10} ----> 33_6

$3 \cdot 6^{\circ} + 3 \cdot 6^1 = 3 + 18 = 21$

	7
21	0
3	3

21_{10} ----> 30_7

$0 \cdot 7^0 + 3 \cdot 7^1 = 21$

	8
21	5
2	2

21_{10} ----> 25_8

$5 \cdot 8^0 + 2 \cdot 8^1 = 5 + 16 = 21$

	9
21	3
2	2

21_{10}----> 23_9

$3 \cdot 9^{\circ} + 2 \cdot 9^1 = 3 + 18 = 21$

21_{10} ----> 21_{10}

$1 \cdot 10^{10} + 2 \cdot 10^1 = 21$

	11
21	10
1	1
	21

10 = a; 21_{10} ---- > $1\,a_{11}$

$a \cdot 11 + 1 \cdot 11^1 = 10 \cdot 11^0 + 11 = 10 + 11 =$

	12
21	9
1	1

21_{10} ----> 19_{12}

$9 \cdot 12^{\circ} + 1 \cdot 12^1 = 9 + 12 = 21$

	13
21	8
1	1

21_{10}___>18_{13}

$8 \cdot 13^{\circ} + 1 \cdot 13^1 = 8 + 13 = 21$

	14
21	7
1	1

21_{10} ----> 17_{14}

$7 \cdot 14^0 + 1 \cdot 14^1 = 7 + 14 = 21$

	15
21	6
1	1

$21_{10} \longrightarrow 16_{15}$

$6 \cdot 15^0 + 1 \cdot 15^1 = 6 + 15 = 21$

	16
21	5
1	1

$21_{10} \longrightarrow 15_{16}$

$5 \cdot 16^0 + 1 \cdot 16^1 = 5 + 16 = 21$

a; b; c; d; e; f;
Rebus

Corespondența

f	a	c
a	c	e
d	e	a

a ----> 10   d ----> 13
b ----> 11   e ----> 14
c ----> 12   f ----> 15

$ace_{16} = e \cdot 16^0 + c \cdot 16^1 + a \cdot 16^2$
$14 \cdot 16^0 + 12 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^2$
$14 + 12 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^2 = 2766$

1.1.5. Progresii

1.1.5.1. Progresia aritmetică

$a_1;\ a_1 + q;\ a_1 + 2q;\ a_1 + 3q; \ldots;$ a_1 - primul termen al progresiei; q - rația progresiei;
q > O - progresia este crescătoare; q < O - progresia este descrescătoare
Termenul de ordinul n : $a_n = a_1 + (n-1)q$

Suma primilor n termeni: $S_n = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n = \frac{n}{2}\left[2a_1 + (n-1)q\right]$

1.1.5.2. Progresia geometrică

$a_1;\ a_1 \cdot q;\ a_1 \cdot q^2;\ a_1 \cdot q^3; \ldots;$ a_1 primul termen al progresiei; q -rația;
q > 1 - progresia este crescătoare; O < q <1 - progresia este descrescătoare.
Termenul de ordinul n este: $a_n = a_1 \cdot q^{n-1}$

Suma primilor n termeni : $S_n = \frac{a_1(q^n - 1)}{q-1} = \frac{a_1(1-q^n)}{1-q}$

1.1.6. Analiza combinatorie

1.1.6.1. Permutări (de *n* elemente)

$P_n = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n = n!$ Numărul tuturor permutărilor de n element

1.1.6.2. Aranjamente (de n elemente luate câte m)

$$A_n^m = n(n-1)(n-2)....(n-m+1) = \frac{n!}{(n-m)!}$$; Rezultă că: $P_n = n! = A_n^n$

1.1.6.3. Combinări (de n elemente luate câte m)

C_n^m *sau* $\binom{n}{m}$; $C_n^m = \frac{A_n^m}{P_m} = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

1.1.7. Sume finite de numere

$1+2+3+....+(n-1)+n = \frac{n(n+1)}{2}$; $\quad 1+3+5+...+(2n-3)+(2n-1) = n^2$;

$2+4+6+8+\cdots+(2n-2)+2n = n(n+1)$; $\quad 1^2+2^2+3^2+\cdots+(n-1)^2+n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$;

$1^3+2^3+3^3+....+(n-1)^3+n^3 = \frac{n^2(n+1)^2}{4}$; $\quad 1^3+3^3+5^3+....+(2n-1)^3 = n^2(2n^2-1)$.

1.1.8. Logaritmi

$\log_a b = X$ *sau* $a^x = b$

Trecerea de la un sistem de logaritmi la altul se face cu formula: $\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$

Pentru logaritmi zecimali: baza = 10; Pentru logaritmi naturali: baza = e = 2,71828
lg e = 0,43429; ln 10 = 2,30259

1.1.9. Numere complexe

Forma algebrică: $N = a + bi$; $i = \sqrt{-1}$; a - partea reală; b - partea imaginară.
Forma trigonometrică: $r(\cos\varphi + i\sin\varphi)$; $r > 0$

$r = \sqrt{a^2+b^2}$; modulul sau mărimea absolută a numărului complex.

$tg\varphi = \frac{b}{a}$; φ - argumentul. Rezultă: $a = r\cos\varphi$; $b = r\sin\varphi$.

Ridicarea la putere a unui număr complex:

$[r(\cos\varphi) + i\sin\varphi]^n = r^n(\cos n\varphi + i\sin n\varphi)$ (formula lui Moivre)

Extragerea rădăcinii dintr-un număr complex:

$\sqrt[n]{r(\cos\varphi + i\sin\varphi)} = \sqrt[n]{r}\left(\cos\frac{\varphi+2k\pi}{n} + i\sin\frac{\varphi+2k\pi}{n}\right)$; unde k= 0,1,2,3,....,n-1.

1.2. Elemente uzuale de trigonometrie

1.2.1. Funcții trigonometrice

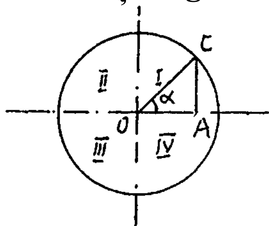


Fig. 1.1. Cercul trigonometric

$\sin\alpha = \dfrac{\overline{AC}}{\overline{OC}}$; $\cos\alpha = \dfrac{\overline{OA}}{\overline{OC}}$; $\text{tg}\alpha = \dfrac{\overline{AC}}{\overline{OA}}$; $\text{cotg}\alpha = \dfrac{\overline{OA}}{\overline{AC}}$

$\sin\alpha$ ⊕ în cadranul I și ;

$\cos\alpha$ ⊕ în cadranul I și IV;

$tg\alpha$ θ: în cadranul I și I ;

$ctg\alpha$ ⊕ în cadranul I și I .

$\sin(\alpha\pm\beta) = \sin\alpha\cos\beta \pm \cos\alpha\sin\beta$; $\cos(\alpha\pm\beta) = \cos\alpha\cos\beta \mp \sin\alpha\sin\beta$;

$tg(\alpha\pm\beta) = \dfrac{tg\alpha \pm tg\beta}{1\mp tg\alpha tg\beta}$; $ctg(\alpha\pm\beta) = \dfrac{ctg\alpha\cdot ctg\beta \mp 1}{ctg\beta \pm ctg\alpha}$

$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\cdot\cos\alpha$; $\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2 a = 2\cos^2\alpha - 1 = 1 - 2\sin^2 a$;

$tg2\alpha = \dfrac{2tg\alpha}{1-tg^2 a} = \dfrac{2}{ctg\alpha - tg\alpha}$; $ctg2a = \dfrac{ctg^2\alpha - 1}{2ctga} = \dfrac{ctg\alpha - tg\alpha}{2}$.

$\sin 3a = 3\sin a - 4\sin^3$; $\cos 3a = 4\cos^3 a - 3\cos a$;

$tg3\alpha = \dfrac{3tg\alpha - tg^3\alpha}{1-3tg^2\alpha}$, $ctg3\alpha = \dfrac{ctg^3\alpha - 3ctg\alpha}{3ctg^2\alpha - 1}$; $\sin\dfrac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\dfrac{1-\cos\alpha}{2}}$;

$\cos\dfrac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\dfrac{1+\cos\alpha}{2}}$; $tg\dfrac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\dfrac{1-\cos a}{1+\cos\alpha}} = \dfrac{1-\cos\alpha}{\sin\alpha} = \dfrac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha}$

$ctg\dfrac{a}{2} = \pm\sqrt{\dfrac{1+\cos\alpha}{1-\cos\alpha}} = \dfrac{1+\cos\alpha}{\sin\alpha} = \dfrac{\sin\alpha}{1-\cos\alpha}$; $\sin\alpha = \dfrac{2tg\dfrac{\alpha}{2}}{1+tg^2\dfrac{\alpha}{2}}$; $\cos a = \dfrac{1-tg^2\dfrac{a}{2}}{1+tg^2\dfrac{\alpha}{2}}$

1.2.2. Relațiile între laturile și unghiurile triunghiului

1.2.2.1. Teorema sinusurilor

$\dfrac{a}{\sin A} = \dfrac{b}{\sin B} = \dfrac{c}{\sin C} = 2R$; R - raza cercului circumscris

1.2.2.2. Teorema cosinusurilor : $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos A$

1.2.2.3. Teorema tangentelor : $\dfrac{a+b}{a-b} = \dfrac{tg\dfrac{A+B}{2}}{tg\dfrac{A-B}{2}}$

1.2.2.4. Formulele lui Molweide

$$\frac{a+b}{c}=\frac{\cos\frac{A-B}{2}}{\cos\frac{A+B}{2}}=\frac{\cos\frac{A-B}{2}}{\sin\frac{C}{2}};\qquad \frac{a-b}{c}=\frac{\sin\frac{A-B}{2}}{\sin\frac{A+B}{2}}=\frac{\sin\frac{A-B}{2}}{\cos\frac{C}{2}}$$

1.2.2.5. Calculul lungimii unor segmente legate de un triunghi

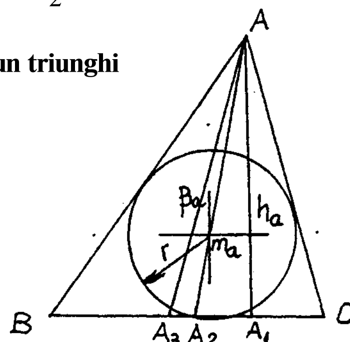


Fig. 1.2. Triunghi oarecare

AA_1 - *înălțime* ; $\overline{AA_1}=h_a$; ha **b** sin C = c sin B

AA_2 - *mediana*; $AA_2=m_a$; $m_a=\frac{1}{2}\sqrt{b^2+c^2+2bc\cos A}$

AA_3 - *bisectoare*; $AA_3=\beta_a$; $\beta_a=\frac{2bc\cos\frac{A}{2}}{b+c}$

Raza cercului circumscris: $R=\frac{a}{2\sin A}=\frac{b}{2\sin B}=\frac{c}{2\sin C}$

Raza cercului înscris: $r=\frac{S}{p}=\sqrt{\frac{(p-a)(p-b)(p-c)}{p}}$

unde $p=\frac{a+b+c}{2}$ (**semiperimetrul**) sau $r=p\cdot tg\frac{A}{2}\cdot tg\frac{B}{2}\cdot tg\frac{C}{2}=4R\sin\frac{A}{2}\cdot\sin\frac{B}{2}\cdot\sin\frac{C}{2}$

1.2.2.6. Funcții hiperbolice

$sh\varphi=\frac{e^{\varphi}-e^{-\varphi}}{2}$ (sinus **hiperbolic**); $ch\varphi=\frac{e^{\varphi}+e^{-\varphi}}{2}$ (cosinus hiperbolic);

$th\varphi=\frac{e^{\varphi}-e^{-\varphi}}{e^{\varphi}+e^{-\varphi}}$ (tangentă hiperbolică); $\coth\varphi=\frac{1}{th\varphi}=\frac{e^{\varphi}+e^{-\varphi}}{e^{\varphi}-e^{-\varphi}}$ (cotangentă hiperbolică);

$\sec h\varphi=\frac{1}{ch\varphi}$ (secantă hiperbolică); $\operatorname{cosech}\varphi=\frac{1}{sh\varphi}$ (**cosecantă** hiperbolică).

1.3. Geometrie

Tabelul 1.1. **Figuri plane (S - aria figurii, P** - perimetrul, p - **semiperimetrul)**

Figura plană	**Notații**	Formule
Triunghi	a, b, c - **laturile** A, B, C - unghiurile opuse lor h - înălțimea (din **vîrful** unghiului A) R - Raza cercului circumscris r - raza cercului înscris m_1, m_2, m_3 - **medianele** $\mu = \frac{1}{2}(m_1 + m_2 + m_3)$ - **semisuma** medianelor x_1 și y_1, x_2 și y_2, x_3 și y_3 " coordonatele vârfurilor triunghiului în sistemul cartezian ortogonal	$S = \frac{1}{2}ah = \frac{1}{2}ab\sin C$ $= \frac{a^2}{2} \cdot \frac{\sin B \sin C}{\sin A} =$ $= \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} =$ $= 2R^2 \sin A \sin B \sin C$ $= r^2 \operatorname{cotg}\frac{A}{2} \operatorname{cotg}\frac{B}{2} \operatorname{cotg}\frac{C}{2} =$ $= rp = \frac{abc}{4R} =$ $= \frac{4}{3}\sqrt{\mu(\mu - m_1)(\mu - m_2)(\mu - m_3)} =$ $= \pm\frac{1}{2}\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix}$
Patrulater	a, b, c, d - laturile D_1, D_2 - diagonalele φ -unghiul dintre diagonale h_1, h_2 - lungimile perpendicularelor duse pe diagonala D_1; δ, γ -două unghiuri opuse ale patrulaterului	$S = \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot D_1 = \frac{1}{2} D_1 D_2 \sin\varphi =$ $\frac{1}{2}(ab\sin\delta + cd\sin\gamma)$
Trapez	a, b - bazele c, d - laturile neparalele D_1, D_2 - diagonalele φ - unghiul dintre diagonale m - linia mijlocie h - **înălțimea**	$m = \frac{1}{2}(a+b)$ $P \;\; 2m + c + d$ $S = \frac{a+b}{2} h = mh = \frac{1}{2} D_1 \; D_2 \sin\varphi$
Paralelogram	a, b - laturile; h - distanța dintre laturile **bazei**; γ - unghiul paralelogramului; D_1, D_2 - diagonalele φ - unghiul dintre diagonale	$S \;\; bh \;\; ab\sin\gamma \;\; \frac{1}{2} D_1 D_2 \sin\varphi$
Romb	a - latura γ - unghiul rombului D_1, D_2 – **diagonalele**	$S \;\; a^2 \sin\gamma \;\; \frac{1}{2} D_1 D_2$
Poligon	n - numărul laturilor x_1 și y_1, x_2 și y_2..., x_n și y_n -coordonatele **vîrfurilor** poligonului într-un sistem cartezian	$S = \pm\frac{1}{2}[(x_2 y_1 - x_1 y_2) +$ $+(x_3 y_2 - x_2 y_3) + \cdots +$ $+(x_n y_{n-1} - x_{n-1} y_n) + (x_1 y_n - x_n y_1)]$ Aria 5 mai poate *fi* determinată **împărțindu-se** poligonul prin diagonale în triunghiuri

Tabelul 1.1(continuare)

Poligon regulat	n - numărul laturilor α - latura; R - raza cercului circumscris r - raza cercului înscris $\alpha - 180° - 2\varphi$ - unghiul poligonului $\left(\varphi = \frac{180°}{n}\right)$	$a = 2\sqrt{R^2 - r^2}$ $P = na = 2nR\sin\varphi = 2nr\,tg\varphi$ $S = \frac{1}{4}na^2\cot g\varphi = nr^2 tg\varphi =$ $\frac{1}{2}R^2\sin 2\varphi = \frac{1}{2}nar$
Inel circular	r - raza interioară R - raza exterioară d - diametrul interior D - diametrul exterior $\rho = \frac{r+R}{2}$ - raza medie $\delta = R - r$ - lărgimea ine-lului φ - unghiul la centru al unei porțiuni de inel (în grade)	$S = \pi(R^2 - r^2) = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) =$ $2\pi\rho\delta$ Aria unei părți de inel $S = \frac{\pi\varphi}{360}(R^2 - r^2) = \frac{\pi\varphi}{90}(D^2 - d^2) =$ $\frac{\pi\varphi}{180}\rho\delta$
Segment circular	r - raza φ - unghiul la centru (în grade) $l = \frac{\pi\varphi}{180}r$ - lungimea arcului a - lungimea coardei h - înălțimea segmentului	$P = l + a$ $S = \frac{1}{2}r^2\left(\frac{\pi\varphi}{180} - \sin\varphi\right) = \frac{r(l-a) + ah}{2}$ Aria unui segment, al cărui arc este mai mic decât un semicerc, $S \approx \frac{2}{3}ah + \frac{h^3}{2a}$ * Aria unui segment, al cărui arc este mai mic decât 50°, $S \approx \frac{2}{3}ah$
Sector circular	r - raza; φ - unghiul la centru (în grade) $l = \frac{\pi\varphi}{180}r$ - lungimea arcului	$P = l + 2r$ $S = \frac{1}{2}lr = \frac{\pi r^2\varphi}{360}$ [illegible]
Elipsa	a și b - semiaxa mare și semiaxa mică a elipsei $\varepsilon = \frac{c}{a} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$ excentricitatea x,y - distanțele punctului M al elipsei până la axele Oy și Ox	$P \approx \pi\left(3\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab}\right)$; $S = \pi ab$ Aria segmentului MAN: $S = ab\arccos\frac{x}{a} - xy$ Aria sectorului OMAN: $S = ab\arccos\frac{x}{a}$
Parabola	x și 2y - înălțimea și baza segmentului parabolic OMN	Aria segmentului parabolic OMN $S = \frac{4}{3}xy$
Piramidă, piramidă dreapta	F - aria bazei h - înălțimea P - perimetrul bazei a - apotema	$V = \frac{1}{3}Fh$; $S_l = \frac{1}{2}pa$ (pentru o piramidă regulată)

Tabelul 1.2. **Corpurile circulare şi câteva alte corpuri**
(*V* - volumul corpului, *Sa* şi S - aria laterală şi aria totală)

Figura	Notații	Formule
Cilindru circular drept	*R* - raza bazei **h - înălțimea**	$V=\pi R^2h$ $S_a = 2\pi Rh$ $S=2\pi R(h+R)$
Cilindru gol (tub cilindric)	*R* - raza exterioară r - raza interioară $\rho=\frac{R+r}{2}$ - **raza medie** *h* - înălțimea $\delta = R - r$ - grosimea	$V=\pi h(R^2-r^2) = \pi h\delta(2R-\delta) =$ $\pi h\delta(2r+\delta)=2\pi h\delta\rho$ $S_a = 2\pi h(R+r) = 4\pi h\rho$ $S = 2\pi(R+r)(h+R-r) = 4\pi\rho(h+\delta)$
Con circular drept	*R* - raza bazei *h* - înălțimea $l=\sqrt{R^2+h^2}$ generatoarea	$V=\frac{1}{3}\pi R^2h$ $S_a=\pi R\sqrt{R^2+h^2}=\pi Rl$ $S=\pi R(R+l)$
Trunchi de con circular drept	*R* şi *r* - razele bazelor *h* - înălțimea; *l* - generatoarea $l=\sqrt{h^2+(R-r)^2}$ *H* - înălțimea conului nesecționat $H=h+\frac{hr}{R-r}$	$V=\frac{\pi h}{3}(R^2+r^2+Rr)$ $S_a=\pi l(R+r)$ $S=\pi[R^2+r^2+l(R+r)]$
Sferă goală	*R* - raza exterioară *r* - raza interioară D - diametrul exterior *d* - diametrul interior	$V=\frac{3}{4}\pi(R^3-r^3)=\frac{1}{6}\pi(D^3-d^3)$ $S=4\pi(R^2+r^2)=\pi(D^2-d^2)$
Calota sferică	*h* - înălțimea calotei *R* - *raza* sferei *a* - raza bazei calotei $a=\sqrt{h(2R-h)}$	$V=\frac{1}{6}\pi h(3a^2+h^2)=\frac{1}{3}\pi h^2(3R-h)$ $S_a=2\pi Rh=\pi(a^2+h^2)$ $S=\pi(2a^2+h^2)=\pi(a^2+2Rh)$
Zonă sferică	*h* - înălțimea zonei *a* şi *b* - razele bazelor (a > b) *R* - *raza* sferei	$V=\frac{1}{6}\pi h(3a^2+3b^2+h^2)=+V_1+\frac{1}{6}\pi hl^2$, unde V_1 este volumul trunchiului de con înscris în zona sferică, bazele acestuia având razele *a* şi *b* înălțimea *h* şi generatoarea *l* $S_a=2\pi Rh, S=\pi(a^2+b^2+2Rh)$
Sector sferic	*h* - înălțimea calotei *a* - **raza** bazei calotei *R* - *raza* sferei	$V=\frac{2}{3}\pi R^2h$ $S=\pi R(a+2h)$

1.4. Calculul diferenţial

Tabelul 1.3. **Derivatele funcţiilor elementare fundamentale**

Funcţia y	Derivata $\frac{dy}{dx}$	Funcţia y	Derivata $\frac{rfv}{rfr}$
1	2	3	4
C(const)	0	x	1
x^n	nx^{n-1}	$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$
$\frac{1}{x^n}$	$-\frac{n}{x^{n+1}}$	$\sqrt{x}$	$\frac{1}{2\sqrt{x}}$
tfx	$\frac{1}{n\sqrt[n]{x^{n-1}}}$	e^x	e^x
eh^x	keh^x	a^x	$a^x \ln a$
a^{hx}	faj^ln a	ln x	$\frac{1}{JC}$
$\log_a x$	$\frac{1}{x}\log_a$ β $-\frac{1}{x\ln a}$	lg x	$\frac{1}{JC}$ ıg $e \approx \frac{0,4343}{x}$
sin x	cos JC	cos x	- sin x
tg x	$\frac{1}{\cos^2 X} = \sec^2 x$	cotg x	$-\frac{1}{\sin^2 x} = -\operatorname{cosec}^2 x$
sec x	$\frac{\sin x}{\cos^2 x}$ — tgx sec x	cosec x	$-\frac{\cos x}{\sin x}$ — cot g x cosec x
arcsin x	$\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	arccos x	$-\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
arctg x	$\frac{1}{1+x^2}$	arccotg x	$-\frac{1}{1+x^2}$
arcsec x	$\frac{1}{x\sqrt{x^2-1}}$	arccosec x	$-\frac{1}{x\sqrt{x^2-1}}$
sh x	ch x	ch x	sh x
[illegible] x	$\frac{1}{ch^2 x}$	coth x	$-\frac{1}{sh^2 x}$
arg sh x	$\frac{1}{\sqrt{1+x^2}}$	arg ch x	$\pm\frac{1}{\sqrt{x^2-1}}$
arg tg x	$\frac{1}{1-x^2}$	arc coth x	$-\frac{1}{x^2-1}$

Tabelul 1.4. **Derivatele de ordin superior ale funcțiilor elementare fundamentale**

Funcția y	Derivata $\frac{d^n y}{dx^n}$
x^m	$m(m-1)(m-2)\ldots(m-n+1)x^{m-n}$ (pentru m întregi și $n > m$ derivata este egală cu zero)
$\frac{1}{x^m}$	$(-1)^n m(m+1)(m+2)\ldots(m+n-1)\frac{1}{x^{m+n}}$

Tabelul 1.4 (continuare)

Funcția y	Derivata $\frac{d^n y}{dx^n}$	Funcția y	Derivata $\frac{d^n y}{dx^n}$
$\sqrt[m]{x}$	$(-1)^{n-1}\frac{1}{m^n}(m-1)(2m-1)\ldots$ $\ldots[(n-1)m-1]\frac{1}{\sqrt[m]{x^{mn-1}}}$	e^x	e^x
e^{kx}	$k^n e^{kx}$	a^x	$(\ln a)^n a^x$
a^{kx}	$(k \ln a)^n a^{kx}$	$\ln x$	$(-1)^{n-1}(n-1)!\frac{1}{x^n}$
$\log_a x$	$(-1)^{n-1}\frac{(n-1)!}{\ln a}\frac{1}{x^n}$	$\sin x$	$\sin\left(x+\frac{n\pi}{2}\right)$
$\sin kx$	$k^n \sin\left(kx+\frac{n\pi}{2}\right)$	$\cos x$	$\cos\left(x+\frac{n\pi}{2}\right)$
$\cos kx$	$k^n \cos\left(kx+\frac{n\pi}{2}\right)$	$\mathrm{sh}\ x$	$\mathrm{sh}\ x$ pentru n par $\mathrm{ch}\ x$ pentru n impar
$\mathrm{ch}\ x$	$\mathrm{ch}\ x$ pentru n par $\mathrm{sh}\ x$ pentru n impar		

1.5. Calculul integral

1.5.1. Integrala nedefinită

Definiţii. Funcţia F(x) se numeşte primitivă pentru funcţia f(x), dacă $F'(x)=f(x)$. Dacă $F_1(x)$ şi $F_2(x)$ **sunt** primitive pentru una şi aceeaşi funcţie f(x), atunci diferenţa $F_1(x)-F_2(x)$ este o constantă. Ansamblul tuturor primitivelor unei anumite funcţii f(x) se numeşte integrala nedefinită a acestei funcţii şi se notează cu $\int f(x)dx$. Aici f(x) este funcţia de **integrat**, f(x)dx- **integrandul** iar *x* variabila de integrare.

Astfel, $\int f(x)dx = F(x) + C$,

unde F(x) este una dintre primitivele funcţiei f(x), iar C, o constantă **arbritară** (constantă de integrare).

Integrala nedefinită este legată de integrala definită prin egalitatea:

$$\int f(x)dx = \int_a^x f(x)dx + C,$$

unde *C* este o constantă arbitrară (şi *a* este arbitrar).

Integrarea funcţiilor elementare nu duce totdeauna la funcţii **elementare.** în astfel de cazuri integrala formează o nouă funcţie, **neelementară,** care poate fi calculată cu precizie suficientă şi care capătă uneori o denumire specială. Astfel de integrale sunt, de exemplu

$\int_0^x \frac{dx}{\ln x} = li\ x$ (logaritm **integral**); $\int_0^x \frac{\sin x}{x}dx = si\ x$ (sinus integral)

$$\int_0^{\sin\varphi} \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = F(k,\varphi) \text{ (integrala eliptică de speţa întâi)}$$

Regulile de integrare a funcţiilor

1. $\int [f_1(x) \pm f_2(x)]dx = \int f_1(x)dx \pm \int f_2(x)dx$ (regula de integrare a sumei);
2. $\int af(x)dx = a\int f(x)dx$ (regula de scoatere de sub semnul integralei a unui factor constant a);
3. $\int u(x)\,dv(x) = u(x)\,v(x) - \int v(x)\,du(x)$ (**regula** de integrare prin părţi);
4. dacă $x = \varphi(t)$, atunci $\int f(x)dx = \int f[\varphi(t)]\varphi'(t)dt$ (regula de înlocuire a variabilei sau regula substituţiei)

Tabela integralelor fundamentale

1. $\int dx = x$; 2. $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$ $(n \neq -1)$; 3. $\int \frac{dx}{x} = \ln x$; 4. $\int \frac{dx}{x^2+a^2} = \frac{1}{a}arctg\frac{x}{a}$;

5 $\int \frac{dx}{x^2-a^2} = \frac{1}{2a}\ln\frac{x-a}{x+a} = \begin{cases} -\frac{1}{a}\text{arg } th\frac{x}{a}, \text{dacă } |x|<a \\ -\frac{1}{a}\text{arg}\coth\frac{x}{a}, \text{dacă } |x|>a \end{cases}$ 6. $\int \frac{dx}{\sqrt{a^2-x^2}} = \arcsin\frac{x}{a}$;

7. $\int \frac{dx}{\sqrt{x^2+a}} = \ln\left(x+\sqrt{x^2+a}\right) = \begin{cases} \arg sh\frac{x}{\sqrt{a}}, dacă \quad a>0 \\ \arg ch\frac{x}{\sqrt{-a}}, dacă \quad a<0; \end{cases}$ **8.** $\int e^x dx = e^x$;

9. $\int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a}$; **10.** $\int \sin x\, dx = -\cos x$; 11. $\int \cos x\, dx = \sin x$; **12.** $\int tgx\, dx = -\ln\cos x$;

13. $\int \cot gx\; dx = \ln\sin x$; 14. $\int \frac{dx}{\sin x} = \ln tg\frac{x}{2}$; 15. $\int \frac{dx}{\cos x} = \ln tg\left(\frac{x}{2}+\frac{\pi}{4}\right)$;

16. $\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\cot gx$; 17. $\int \frac{dx}{\cos^2 x} = tgx$; 18. $\int shx\; dx = chx$; 19. $\int chx\; dx = shx$;

20. $\int thx dx = \ln chx$; 21. $\int \coth x dx = \ln shx$; 22. $\int \frac{dx}{sh^2 x} = -\coth x$; 23 $\int \frac{dx}{ch^2 x} = thx$;

Integrarea funcţiilor raţionale:

1. $\int (ax+b)^n dx = \frac{1}{(n+1)a}(ax+b)^{n+1} \quad (n \neq -1)$; 2. $\int \frac{dx}{ax+b} = \frac{1}{a}\ln(ax+b)$

3. $\int \frac{dx}{(ax+b)^n} = -\frac{1}{(n-1)a(ax+b)^{n-1}} \quad (n \neq 1)$; 4. $\int \frac{dx}{ax^2+b} = \frac{1}{\sqrt{ab}} arctg\sqrt{\frac{a}{b}}x$ (ab>0);

5. $\int \frac{dx}{ax^2-b} = \frac{1}{2\sqrt{ab}}\ln\frac{\sqrt{ab}-ax}{\sqrt{ab}+ax}$ (ab>0); 6. $\int \frac{dx}{(x+a)(x+b)} = \frac{1}{a-b}\ln\frac{x+b}{x+a} \quad (a \neq b)$;

7. $\int \frac{dx}{ax^2+bx+c} = \frac{1}{a}\int \frac{dx}{\left(x+\frac{b}{2a}\right)^2 + \frac{4ac-b^2}{4a^2}} =$

$$= \begin{cases} \frac{2}{\sqrt{4ac-b^2}} arctg\frac{2ax+b}{\sqrt{4ac-b^2}}, & dacă \quad 4ac-b^2>0 \\ \frac{1}{\sqrt{b^2-4ac}}\ln\frac{2ax+b-\sqrt{b^2-4ac}}{2ax+b+\sqrt{b^2-4ac}}, & dacă \quad 4ac-b^2<0 \\ -\frac{2}{2ax+b}, & dacă \quad 4ac-b^2=0 \end{cases}$$

8. $\int \frac{Mx+N}{ax^2+bx+c}dx = \frac{M}{2a}\ln\left(ax^2+bx+c\right) + \frac{2aN-Mb}{2a}\int \frac{dx}{ax^2+bx+c}$;

9. $\int \frac{dx}{(ax^2+bx+c)^n} = \frac{2ax+b}{(n-1)(4ac-b^2)(ax^2+bx+c)^{n-1}} +$

$+\frac{2(2n-3)a}{(n-1)(4ac-b^2)}\int \frac{dx}{(ax^2+bx+c)^{n-1}} \quad (n \neq 1)$

Se poate, de asemenea, prin substituţia: $x+\frac{b}{2a} = \frac{\sqrt{4ac-b^2}}{2a} tg\,t \quad (4ac-b^2>0)$

reduce la forma : $\int \cos^{2(n-1)} t \, dt$.

$$\int \frac{Mx+N}{(ax^2+bx+c)^n}dx = \frac{M}{2(n-1)a(ax^2+bx+c)^{n-1}} + \frac{2aN-bM}{2a}\int\frac{dx}{(ax^2+bx+c)^n} \quad (n \neq 1)$$

Bibliografie:

[1]. E.Rogai — Tabele şi Formule Matematice, Editura **Tehnică**, Bucureşti, 1983

[2]. Florin Teodor **Tănăsescu** ş.a — Agenda Tehnică, Editura Tehnică, Bucureşti, 1990

[3]. K.P. **Iakovlev** — îndrumar matematic şi tehnic, Traducere din limba rusă, Editura Tehnică, Bucureşti, 1964

[4]. **G.S.Georgescu** — îndrumar pentru ateliere mecanice, Editura **Tehnică**, Bucureşti, 1978

2

MECANICA FLUIDELOR

2.1. Proprietățile lichidelor

Lichidul este un mediu material continuu care are proprietatea că ia forma vasului ce îl confine; lichidele au un volum determinat și formează o suprafață liberă ce le delimitează de atmosferă și de vasul care le susține; ele au o **compresibilitate** mică, **schimbându-si** relativ **puțin** volumul sub acțiunea forțelor exterioare.

Principalele proprietăți ale lichidelor sunt:

- *Densitatea* p se definește ca raportul dintre masa lichidului și volumul său, fiind deci masa unității de volum:

$$p = m/v. \qquad (2.1)$$

Densitatea depinde de timp, presiune, temperatură și de poziția punctului în care ea se măsoară.

Densitatea principalelor lichide întâlnite în exploatarea navală sunt prezentate în tabelul **2.1.**

Tabelul 2. L **Densitatea principalelor lichide**

Lichidul	Densitatea, kg/cm^3	Temperatura, °C	Lichidul	Densitatea, kg/m^3	Temperatura, °C
Apă de mare	1025	4	**Păcură**	933998	20
Produse petroliere albe	860 - 880	20	**Glicerina**	1260	0
Produse petroliere negre	920 - 930	20	**Ulei:**		
Petrol lampant	806 - 831	20	**-ptr.mașiniaux.**	886-921	20
Benzină	725 - 760	20	**-ptr.compresoare**	891-926	20
Motorină	878	20	**-transformator**	380	20
			-carter	876-912	20
			cilindri	916-921	20
			Spirt	791- 808	20

Pentru produse petroliere, dacă se cunoaște densitatea **la** 15 **°C,** densitatea la o anumită temperatură t, °C, se poate determina cu formula:

$$\rho_t = \frac{\rho_{15°}}{1+\beta(t-15)}, \qquad (2.2)$$

unde: t este temperatura produsului, °C;

β- coeficient **(tabelul** 2.2).

***Tabelul* 2.2 Variaţia coeficientului β funcţie de densitatea produselor petroliere, ia 15° C**

As	700	800	850	900	920
$10^4\beta$	8,2	7,7	7,2	6,4	6,0

- *Greutatea specifică* γ este **raportul** dintre greutatea unui **lichid** omogen şi volumul **său,** fiind deci greutatea unităţii de volum:

$$\gamma = G / V \tag{2.3}$$

Relaţia între greutatea specifică şi densitate este:

$$\gamma = \rho g \tag{2.4}$$

Trebuie reţinut că în cazul când densitatea se măsoară în sistemul SI sau **MKS** $[kg/m^3]$, iar greutatea specifică în sistemul **MKFS** kgf/m^3, valorile celor două mărimi vor fiegale:$\gamma[kgf/m^3] = \rho[kg/m^3]$

Deformabilitatea se defineşte ca proprietatea lichidelor de a se deforma ca urmare a acţiunii forţelor aplicate sau **a** variaţiilor de temperatură. Creşterea presiunii cu p va conduce la micşorarea volumului iniţial cu V; raportul dintre variaţia relativă a **volumuluişi variaţia** presiunii se numeşte coeficient de **compresibilitate:**

$$\delta = -\frac{1}{E} = \frac{1}{V}\left(\frac{\Delta V}{\Delta p}\right)_{t\ const}, \tag{2.5}$$

semnul minus arătând că unei creşteri de presiune îi corespunde totdeauna o micşorare a volumului. Inversul **compresibilităţii** se numeşte modul de elasticitate, E.

Pentru apă la presiuni între 100 kN/cm^2 (1 at) şi 20 MN/m^2(200 at) la t = 0°C, $\delta = 5{,}3\cdot 10^{-10} m^2/N$, $E = 1{,}885\cdot 10^9\ N/m^2$ (19231 *at)* **şi la** t = 20°C, $\delta = 5\cdot 10^{-10} m^2/N$, $E = 2{,}02\cdot 10^9\ N/m^2$ (20408 *at).*

în cazul când variaţia de volum se produce datorită variaţiei de **temperatură,** se defineşte analog coeficientul de **dilataţie**

$$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\Delta V}{t}\right)_{p\ const} \tag{2.6}$$

Pentru apă, între 20 -60 °C, α $4\cdot 10^{-4} 1/grad$; pentru uleiuri minerale, α $10^{-3} 1/grad$.

- *Viscozitatea* este proprietatea lichidelor de a se opune mişcării relative a **particolelor** din care sunt compuse. Pentru măsurarea **viscozitătii** se defineşte coeficientul de viscozitate η ca forţa tangenţială necesară pentru **mişcarea,** în regim staţionar, a unei suprafeţe plane de arie **unitară,** cu o unitate de viteză, faţă de altă suprafaţă plană şi paralelă de care e separată printr-un strat de lichid de grosime unitară; coeficientul η se mai numeşte şi viscozitatea cinematică definita ca raportul între viscozitatea dinamică şi densitatea lichidului:

$$\nu = \eta / \rho \tag{2.7}$$

Unităţile de măsură pentru viscozitate şi relaţiile dintre ele sunt prezentate în tabelul 2.12

Viscozitatea se determină prin mai multe **metode.** în unele metode se determină experimental vîscozitatea, în grade **convenţionale,** stabilite arbitrar prin procedeele de măsură respectivă, de exemplu grade Engler, Redwvod, Saybolt (v. cap. 10)

- *Presiunea* se definește ca **forță** interioară de contact care acționează asupra unei părți de lichid cu aria **unitară:** $p = \overline{F} / A$; **în** repaus presiunea este normală pe suprafața de **contact,** $\ddot{p}$ pn, *unde* n este versorul normalei la suprafața de contact.

în cazul particular al unui lichid staționar supus **cîmpului** gravitațional **terestru,** datorită greutății lichidului **forța** exterioară corespunzătoare unității de masă are direcție **verticală,** fiind egală cu -g. în acest caz formula presiunii presiunii pentru lichide în repaus este:

$$p+\gamma \quad z \quad const.$$

Cunoscând presiunea într-un punct se poate stabili valoarea presiunii în alt **punct,** care va fi:

$$p_1 = p_2 + h_{12} \qquad (2.8)$$

unde p_1 p_2 sunt presiunile în punctul 1 și 2, iar h_{12} este **distanța** verticală între punctele A_1 și A_2 **(fig.** 2.1).

în cazul particular când A_0 este situat pe suprafața liberă a lichidului, iar presiunea pe această suprafață este p_0, atunci, presiunea într-un punct oarecare A din interiorul lichidului, situat la distanța h de **suprafață,** va fi:

$$P = p_0 + \gamma \quad h \ . \qquad (2.9)$$

Variația presiunii este deci liniară cu adâncimea și ea nu depinde decât de presiunea exterioară, adâncime și greutatea specifică a lichidului.

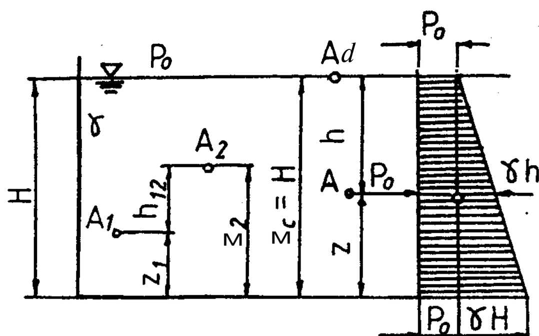


Fig. 2.1. **Variația presiunii în interiorul lichidului**

- *Tensiunea superficială.*

Capilaritatea. Prin tensiune superficială se înțelege **forța** tangențială care se execută pe **unitatea** de lungime a frontierei de separație a două medii diferite; ea este efectul atracției dintre molecule. Fenomenele de ridicare sau coborâre a nivelului lichidului fa **tuburi subțiri** sau **între** plăci puțin distanțate sunt cunoscute sub denumirea de fenomene capilare, Capilaritatea este o **consecință** a existenței tensiunii superficiale, denumită și constantă capilară. Lichidele care udă pereții (de exemplu apa) urcă nivelul de lichid, iar meniscul este convex; lichidele care nu udă pereții (de exemplu mercurul) coboară nivelul de **lichid,** iar meniscul este concav.

în cazul tuburilor de diametru mic, înălțimea aproximativă z_0 (mm) la care se ridică lichidele este:

- pentru apă $z_0 = 30 / d$;
- pentru alcool $z_0 = 10 / d$;

unde **d(mm)** este diametrul tubului.

De existența capilarității trebuie să se țină seama la citirea indicațiilor de pe sticlele de nivel, mai ales atunci când acestea au un diametru interior mic. Citirea corectă și eroarea la citire sunt prezentate în **fig.2.2**

- *Absorbția si degajarea gazelor. Cavitatia.* Lichidele au proprietatea de a absorbi (**dizolva**) gazele cu care vin în contact. Astfel apa la presiune și temperatură normală conține circa 2% aer dizolvat. **Absorția** gazelor scade odată cu **scădrea presiunii** și creșterea temperaturii.

Dacă presiunea scade sub presiunea de **vaporizare** a gazelor dizolvate, în masa lichidului

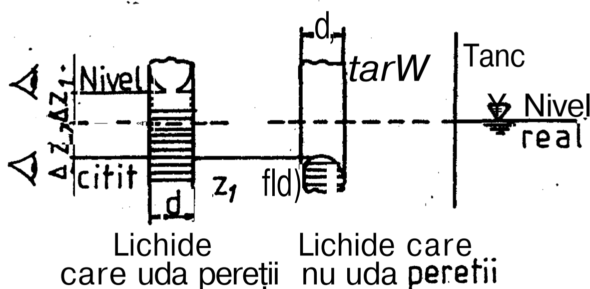


Fig. 2.2. Citirea nivelului la sticlele de nivel.

apar degajări de vapori sau gaze care formează goluri în lichid; dacă aceste goluri se dezvoltă pe suprafețele metalice în contact cu lichidul, are loc atât o coroziune chimică (**oxidare)** a acestor suprafețe de către moleculele **monoatomice** de oxigen cât și șocuri mecanice, ca urmare a desprinderii bulelor de gaz, care produc dislocări de metal. Complexul de fenomene care se produce în acest caz se numește cavitație. Cavitația apare în instalațiile în care lichidele capătă **viterze** mari (ceea ce conduce la o scădere corespunzătoare a presiunii statice) ca de exemplu strangulări de conducte, **diafragme,** rotoare de pompe, **elici.** Cavitația duce la o degradare rapidă a materialului, fiind un fenomen deosebit de dăunător. **Combaterea** cavitații se poate realiza prin creșterea presiunii statice, reducerea vitezei lichidului, reducerea temperaturii. Fenomenul de cavitație se recunoaște în funcționare după zgomotul specific de **pîrîituri** continue în zona **cavitantă** sau la demontare prin aspectul suprafeței pieselor care prezintă ciupituri și ruperi fine de material.

Viteza critică de formare a cavitației este:

$$V_c = \sqrt{2g\left(\frac{p_0 - p_v}{\gamma} - h_r\right)}, \qquad (2.10)$$

unde h_r este pierderea de **sarcină,** p_v - presiunea de vaporizare corespunzătoare temperaturii lichidului, p_0 – **presiunea** lichidului în zona considerată.

Presiunea de vaporizare a apei, funcție de temperatură este prezentată în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. **Variația presiunii de vaporizare a apei cu temperatura**

t, °C	0	10	20	30	40	60	80	100
$\frac{p_0}{\gamma}$, m	0,062	0,152	0,238	0,433	0,752	2,031	4,828	10,33

Prevenirea apariției cavitației în cazul temperaturilor ridicate necesită deci realizarea unei presiuni ridicate a fluidului sau micșorarea vitezei sale.

2.2. Statica fluidelor

2.2.1. Principiul lui Pascal

Dacă într-un punct A_1 (fig. 2.1) presiunea p_1 crește cu Δp_1, presiunea în punctul A_2 va crește cu Δp_2.

Dar $\quad p_2 + \Delta p_2 = (p_1 + \Delta p_1) + \gamma\ h_{..}$;

$$p_2+\Delta p_2=(p_1+\gamma\ \ h_{12})+\Delta p_1=p_2+\Delta p_1;$$

$$p_2=\Delta p_1. \tag{2.11}$$

Rezultă că variaţiile de presiune se **transmit,** în cazul lichidelor **incompresibile,** în tot lichidul. Acest enunţ constituie principiul lui Pascal care are aplicaţii în realizarea preselor hidraulice folosite pentru **pretensionarea prezoanelor** de fixare a **chiulaselor** motorului principal, la fixarea cu **pretensionare** a tijei pistonului în capul de cruce precum şi în toate celelalte mecanisme hidraulice unde are loc o amplificare a **forţei.**

2.2.2. Forţe de presiune pe suprafeţe plane şi curbe

Presiunea **transmiţându-se** uniform în tot **lichidul** rezultă că acesta acţionează asupra suprafeţelor cu care vine în contact prin forţe de presiune.

Considerând o **suprafaţă** plană înclinată cu **unghiul** α faţă de suprafaţa liberă a lichidului (**fig.** 2.3), pe suprafaţa elementară dA va acţiona forţa $dF\text{-}fo \cdot dA=\gamma dA\cdot x \cdot \sin\alpha,$ iar pe întreaga suprafaţă A, forţa:

$$F\quad \gamma\sin x\int x\cdot dA=\gamma A\cdot x_g\sin\alpha\quad \gamma A\cdot h_g \tag{2. 12}$$

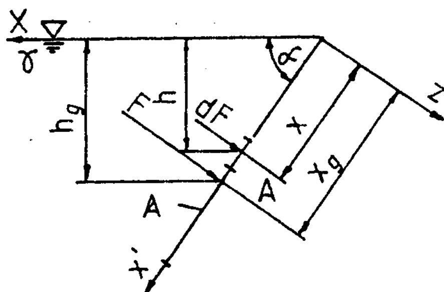


Fig. 2.3. Forţe de presiune pe suprafeţe scufundate în lichid

Forţa de presiune pe o suprafaţă plană este deci egală cu greutatea unui cilindru având ca bază suprafaţa *A* şi ca înălţime adâncimea h_g. Forţa de presiune este normală pe suprafaţă, îndreptată de la lichid spre suprafaţă şi este aplicată într-un punct G numit centru de **presiune.** în cazul suprafeţelor înclinate forţa *F* se poate descompune **după** cele trei direcţii principale, componentele **sale** fiind F_x, F_y, F_h.

în cazul unei suprafeţe curbe *A* se obţine o forţă rezultantă şi un moment rezultant; componentele forţei pe cele trei direcţii principale vor fi egale cu

$$F_x=h_{gx}\cdot A_x;\qquad F_y=h_{gy}\cdot A_y;\qquad F_h=V, \tag{2.13}$$

unde A_x, A_y sunt proiecţiile suprafeţei *A* pe planele *yoh* şi *xoh*; h_{gx}, h_{gy} - adâncimile centrelor de greutate ale suprafeţelor A_x, A_y ; *V* - volumul cuprins între suprafaţa curbă *A* si planul *xoy.*

Forţele F_x , F_y trec prin centrul de greutate al suprafeţelor A_x şi A_y, iar F_h prin centrul de greutate al volumului *V*, sensul forţelor fiind de la lichid spre suprafaţa *A*.

2.2.3. Principiul lui Arhimede

Conform **principiului** lui Arhimede asupra unui corp scufundat într-un lichid acţionează o forţă verticală îndreptată de jos în sus egală cu greutatea volumoiαi de lichid dizlocuit şi aplicată în centrul de greutate al volumului dizlocuit (fig 2.4).

Principiul lui Arhimede este o consecinţă a acţiunii lichidului asupra suprafeţei laterale a corpului scufundat. Într-adevăr, deoarece mărimea algebrică a proiecţiei geometrice a unei suprafeţe închise pe un plan este nulă, aplicând formulele anterioare pentru suprafaţa închisă AMBNA rezultă:

$$F_x = 0, \qquad F_y \quad 0^o \quad \text{și}$$

$$F_h = -\gamma(V_2 - V_1) = -\gamma V \tag{2.14}$$

în **cazul** când **greutatea** corpului este mai mică decât greutatea volumului său total atunci el se va afunda parțial în lichid până când forța hidrostatică va echilibra greutatea sa. în acest caz $G < \gamma V$, respectiv $G \quad \gamma V_c$, unde V_c - reprezintă volumul părții **imerse** a corpului.

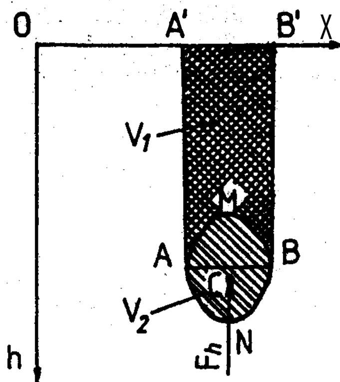


Fig. 2.4. Forța hidraulică care acționează asupra unui corp scufundat în lichid.

2.3.Dinamica fluidelor vâscoase

2.3.1. Traiectorii, linii de curent, tuburi de curent

în studiul mișcării fluidelor acestea sunt asimilate cu un mediu continuu, fenomenele care se petrec în acesta având un caracter macroscopic. O particulă de fluid este considerată ca un element de volum conținând un mare **număr** de molecule, suficient de mic în raport cu cel al unui corp însă mare în raport cu distanțele **dintre** molecule; acest element constituie punctul **hidrodinamic.**

Descvrierea matematică a stării unui fluid în mișcare se face cu ajutorul funcțiilor care determină distribuția vitezei fluidului $v = v(x, y, z, t)$ și de încă două din celelalte mărimi care caracterizează starea unui fluid, de exemplu presiunea $p(x, y, z, t)$ și densitatea $p(x, y, z, t)$.

Pozițiile succesive pe care le ocupă o particulă de fluid în mișcarea sa formează traiectoria particulei de fluid. Traiectoria particulei se obține prin integrarea ecuației diferențiale vectoriale:

$$\frac{d\bar{r}}{dt} = \bar{v}(x, y, z, t). \tag{2.15}$$

Dacă este cunoscută distribuția vitezei atunci traiectoria unei particule poate fi determinată cunoscând coordonatele inițiale ale particulei fluide; considerând toate particulele fluide dintr-un **domeniu** lichid se poate determina complexul traiectoriilor particulelor de fluid.

în afară de traiectorii, în **hidrodinamică** se utilizează frecvent noțiunea de linie de curent. Dacă se izolează la un moment dat, un anumit număr de puncte din domeniul cercetat, curba tangentă în fiecare din aceste puncte pe vectorul viteză al particulelor fluide care se află în aceste puncte, se numește linie de curent (**fig.2.5**).

Linia de **curent,** reunește deci diferite particule fluide la un moment **dat,** ceea ce o deosebește esențial de traiectorie care reprezintă *drumul* unei anumite particule fluide.

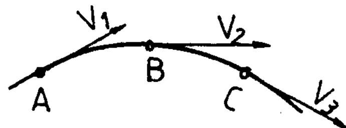


Fig.2.5. Linia de curent

Liniile de curent care se sprijină pe o curbă dată L, care nu este linie de curent, formează o suprafață numită tub de curent ; lichidul aflat în interiorul tubului de curent se

numește fir de curent. în cazul particular cel mai des întâlnit în practică, când viteza fluidului în toate punctele
domeniului considerat nu depinde de timp, mișcarea se numește permanentă; în acest caz traiectoriile și liniile de curent coincid.

2.3.2. Ecuația de continuitate

Ecuația de continuitate. în cazul mișcării permanente ecuația de continuitate exprimă cantitativ legea conservării masei aflate într-un tub de curent:

$$G \quad Q\gamma \quad \gamma v S, \tag{2.16}$$

G este debitul gravimetric al fluidului, *Q* - debitul volumetric al fluidului, γ - greutatea specifică a fluidului, v - viteza fluidului, *S* - aria secțiunii considerate.

în cazul conductelor circulare

$$G = Q\gamma = 0{,}785 \; \gamma v d_i^2 \quad [daN/s], \tag{2.17}$$

unde d_i este diametrul interior al conductei *m*.

Ecuația de continuitate permite dimensionarea conductelor atunci când se cunosc ceilalți parametrii. Viteza medie a fluidului se alege funcție de scopurile pentru care aceasta este utilizată și de natura lichidului transportat. Valorile recomandate pentru viteza fluidului sunt prezentate în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4. Viteze recomandate pentru fluide

Fluidul	Utilizările	Viteza, m/s
Apă	Transport în conducte	1,5 -3
	Alimentare cazane cu abur	2 - 3
	Pompe cu piston	
	- la aspirație	0,7 - 1
	- la refulare	1,5 - 2
	Pompe centrifuge	
	- la aspirație	2 - 3
	- la refulare	3 - 5
Abur	Alimentare mașini și pompe cu abur	5
	Abur saturat pentru încălzire	
	- pentru presiuni de 0 – 20 daN/cm²	2 - 30
	- pentru presiuni de 20 ÷ 50 daN/cm²	30 - 50
	Scopuri diverse:	
	$d < 0{,}05$ m	10
	$d = 0{,}100$ m	15
	$d = 0{,}150$ m	20
	d 0,400 m	30

în cazul unui nod în care se întâlnesc mai multe tubulaturi (fig.2.6) ecuația de continuitate devine Q_i 0, considerându-se prin convenție pozitive debitele de lichid care intră în nod și negative cele care ies din nod.

2.3.3. Ecuația lui Bernoulli

Ecuația lui Bernouli exprimă, din punct de vedere energetic, conservarea energiilor specifice (energiile corespunzătoare unității de greutate) ale unui fluid în mișcare: în căzui

mişcării permanente a unui fluid **incompresibil supus** câmpului gravitaţional **terestru,** ecuaţia are forma:

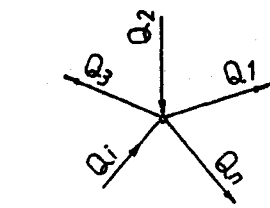


Fig2.6. Sensul debitelor într-un nod de reţea.

$$\frac{\rho v^2}{2} + p + \gamma h = const. \qquad (2.18)$$

unde: ρ este densitatea fluidului, g - **acceleraţia gravitaţională,** p - presiunea statică a fluidului, h - înălţimea de poziţie faţă de un plan de nivel de referinţă.

în ecuaţia lui Bernoulli termenul $\rho v^2/2$ caracterizează energia cinetică **specifică,** iar termenul $p+\gamma h$ energia potenţială specifică de presiune.

2.3.4. Rezistenţe hidraulice

în cazul fluidelor **vîscoase,** apar pierderi de presiune statică datorită rezistenţei care se manifestă în cursul mişcării fluidului.

în acest caz, ecuaţia lui Bernoulli scrisă pentru o porţiune L de **conductă,situată** între două secţiuni, este

$$\frac{\gamma v_1^2}{2g} + p_1 + \gamma h_1 = \frac{\gamma v_2^2}{2g} + p_2 + \gamma h_2 + \Delta p, \qquad (2.19)$$

unde Δp reprezintă pierderea de presiune pe porţiunea de conductă considerată. Pierderea de presiune se compune atât din pierderile liniare p_1 care au loc de-a **lungul** porţiunilor de **conductăcu** secţiune constantă cât şi din pierderi locale p_2 datorită variaţiei secţiunii conductei precum şi existenţei curbelor, derivaţiilor, armăturilor **etc.,** care cauzează o turbulenţă locală a fluidului:

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 \qquad (2.20)$$

2.3.4.1. Pierderile liniare de sarcină

Expresia generală a pierderilor liniare de sarcină **este**

$$\Delta p_1 = \frac{\gamma}{2g} v^2 \frac{L}{d} \lambda = \frac{\gamma}{2g} \cdot Q^2 \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{\lambda}{S^2} \qquad [daN/m^2], \qquad (2.21)$$

unde: L este lungimea porţiunii de **conductă,** v - viteza fluidului prin **conductă,** Q - debitul volumetric, S - secţiunea conductei, d - diametrul **interioral conductei** , λ - coeficientul de pierderi liniare.

Coeficientul de pierderi liniare depinde de doi factori:

a. Coeficientul de rugozitate, **adimensional,**

$$\varepsilon = \frac{K_s}{r} = \frac{2K_s}{d}, \qquad (2.22)$$

care caracterizează starea suprafeţei interioare a conductei, r - fiind raza interioară a acesteia, iar K_s - rugozitatea echivalentă a suprafeţei.

Rugozitatea conductelor variază cu timpul din cauza coroziunii şi eroziunii suprafeţei **interioare** si a depunerilor de material; ea creste la conductele metalice şi scade, de regulă, la cele din lemn sau beton.

Valorile obişnuite ale rugozităţii echivalente sunt prezentate în tabelul **2.5.**

Tabelul 2.5. **Rugozitatea echivalentă**

Starea conductei	**K_s**, mm
Conducte noi din oțel	0,02 - 0,06
Conducte trase din oțel, de curând în exploatare	0,1 - 0,3
Conducte trase din oțel, după exploatare îndelungată	0,5 - 1
Conducte trase pentru abur	0,2
Conducte pentru gaze	0,035 - 0,015
Conducte de fontă	0,8 - 1,4

b. **Numărul** Reynolds care caracterizează regimul de curgere al fluidului,

$$Re = \frac{v d}{\nu} = \frac{v d \gamma}{\eta g}, \qquad (2.23)$$

unde v este vâscozitatea cinematică a fluidului, m^2/s iar η– vâscozitatea dinamică a fluidului, **daN/m^2**.

Cercetări experimentale au arătat că există un număr Reynolds critic la care se face trecerea de la regimul laminar de curgere la cel turbulent, Re_{cr} = 2000 – 2500. Valoarea **acceptată**, în general, este Re_{cr} = 2320.

în cazul regimul laminar , coeficientul de pierderi liniare nu mai depinde de starea conductei, el variind proporțional cu numărul Reynolds,

$$\lambda = 64 / Re,$$

Curgerea laminară se întâlnește însă relativ rar în practică.

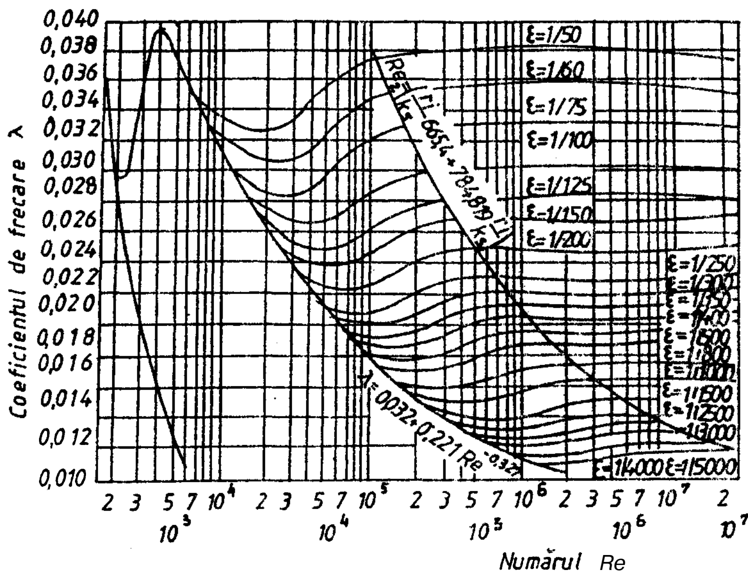


Fig. 2.7. Diagrama lui **Nicuradze**

în regimul turbulent care este stabil pentru Re > 3000, caracterizat prin mișcarea turbulentă a fluidului, coeficientul de pierderi liniare depinde și de rugozitatea suprafeței; determinarea rapidă și comodă a coeficientului de pierderi liniare se face cu ajutorul diagramei lui Nicuradze (fig.2.7.)

în cazul secțiunilor necirculare, diametrul interior al conductei *d* se înlocuiește cu:

$$d \quad 4r_h \quad 4S/P \quad [m] \tag{2.24}$$

unde r_h este raza hidraulică a conductei, S - **aria** secțiunii de trecere a **conductei,** P - perimetrul udat al **secțiunii** de trecere.

2.4.3.2. Pierderile locale de sarcină. Expresia generală a pierderilor locale de sarcină este:

$$\Delta p_2 = \frac{\gamma}{2g} v^2 \cdot \xi = \frac{\gamma}{2g} \cdot \frac{Q^2}{S^2} \cdot \xi , \tag{2.25}$$

unde ξ este coeficientul de pierderi locale, ceilalți termeni având semnificațiile cunoscute.

Coeficientul de pierderi locale depinde de felul și dimensiunile rezistenței locale, valorile sale pentru cele mai uzuale rezistențe locale fiind prezentate în tabelul 2.6

în practică se obișnuiește a se echivala pierderile locale cu pierderile liniare ale unei conducte de o lungime fictivă L_{ech} care produce aceeași pierdere de sarcină ca și rezistența locală considerată:

$$L_{ech} = \frac{\xi}{\lambda} d .$$

Bibliografie

[1]. J. Horea, V.Panaitescu — Mecanica Fluidelor, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979

[2]. V. Anton, M. Popovici, I. Fitero — Hidraulică și Mașini Hidraulice, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978

[3]. D.Gh. Ionescu, ș.a. — Mecanica Fluidelor și Mașini Hidraulice, Editura Didactică și Pedagogică București, 1980

[4]. C. Fediaeski, ș.a. — Hidromecanique, Ed.Mir.,Moscov, 1974

[5]. Gh.Uzunov, L Dragomir, D. Pascale — îndrumătorul ofițerului de navă, Editura Tehnică, București 1983

Tabelul 2 .6. **Valori ale diferitelor dpuri de rezistenţe hidraulice locale**

Natura rezistenţei locale	Schiţa	Valoarea ζ							Relaţii de calcul
Coturi 90°		d, mm	14	20	25	34	39	40	
		ζ	1,7	1,7	1,3	1,1	1,0	0,83	

Natura rezistenţei locale	Schiţa	R/d	Conducte netede				Conducte cu asperităţi	Relaţii de calcul
Curbe			α = 22,5°	α=45°	α = 60°	α = 90°	α = 90°	*
		1		0,15	0,19	0,21	0,51	*
		2		0,09	0,12	0,14	0,30	*
		4	0,045	0,08	0,10	0,11	**0,23**	*
		6		0,075	0,09	0,09	0,18	*
		10		0,07	0,07	**0,11**	0,07	*

Natura rezistenţei locale	Schiţa	α°	22,5	30	45	60	90
Unghiuri		Conducte netede	0,07	0,11	**0,24**	0,47	0,13
		Conducte cu asperităţi	0,11	0,17	0,32	0,68	**1,27**

Natura rezistenţei locale	Schiţa	Q_3/Q_1	**Distribuitoare** $\zeta_{1,2}$	**Distribuitoare** $\zeta_{1,3}$	Colectoare $\zeta_{2,1}$	Colectoare $\zeta_{3,1}$
Teuri	Distribuitoare; Colectoare	0,0	0,95	0,04	U	0,04
		0,2	0,88	0,08	0,4	**0,17**
		0,4	0,89	0,05	0,08	0,3
		0,6	0,95	0,07	0,47	0,41
		0,8	1,10	0,21	0,72	**0,51**
		1,0	1,25	0,35	0,91	0,6

$$* \quad \zeta = \left[0{,}13 - 0{,}16\left(\frac{d}{R}^{3,5}\right)\frac{\alpha^{\circ}}{90}\right]$$

Tabelul 2.6 (continuare)

<table>
<tr><th>Natura rezistenței locale</th><th>Schița</th><th colspan="12">Valoarea ξ</th><th>Relații de calcul</th></tr>
<tr><td rowspan="2">îngustarea bruscă a secțiunii</td><td rowspan="2"></td><td>$\frac{A_2}{A_1}$</td><td>0,0</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>1,0</td><td></td></tr>
<tr><td>ξ</td><td>0,50</td><td>0,47</td><td>0,43</td><td>0,39</td><td>0,34</td><td>0,3</td><td>0,26</td><td>0,21</td><td>0,16</td><td>0,08</td><td>0</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Lărgirea bruscă a secțiunii</td><td rowspan="2"></td><td>$\frac{A_1}{A_2}$</td><td>0,0</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>1,0</td><td></td></tr>
<tr><td>ξ</td><td>1,0</td><td>0,81</td><td>0,64</td><td>0,47</td><td>0,36</td><td>0,25</td><td>0,16</td><td>0,09</td><td>0,04</td><td>0,01</td><td>0</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Lărgirea continuă a secțiunii</td><td rowspan="2"></td><td colspan="13">pentru $\alpha < 8^\circ$ $\quad \xi = 0,20\left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$</td></tr>
<tr><td colspan="13">$7,5^\circ < \alpha < 35^\circ$ $\quad \xi = 3,5tg\frac{\alpha}{2}\left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Intrarea în conductă dintr-un recipient</td><td colspan="14"></td></tr>
<tr><td>ξ</td><td colspan="2">0,5</td><td colspan="2">0,25</td><td colspan="2">0,06 - 0,005</td><td colspan="2">0,56</td><td colspan="2">3,0</td><td colspan="3">$0,5+0,3\cos\alpha + 0,\cos^2\alpha$</td></tr>
</table>

*Tabel ul 2.6 (**continuare)***

Robinete cu sertar-pană cu secțiune nestrangulată

Schița s/d	0	**1/8**	**2/8**	**3/8**	**4/8**	**5/8**	**6/8**	**7/8**	Observații
	0,21	**0,5**	1,2	2,0	3,0	6,0	17,7	85,0	

Robinete cu sertar-pană cu secțiune strangulată

	d_{n2}/d_{n2}	L	d_{n2}/d_{n1}	L/d_{n1}	ξ (**fără** ghidaj)	ξ (**cu** ghidaj)	Observații
	300 / 200	150	0,67	**2,5**	1,45	1,30	Strangulare tronconică
	300 / 200	500	0,67	1,66	1,80	1,40	Strangulate curbilinie
	200 / 150	450	0,75	2,0	0,66	0,60	Strangulare curbilinie
	250 / 200	450	0,80	1,8	039	0,37	Strangulare curbilinie

Robinete cu ventil

Forma constructivă	**Schița**	**h /d_n**	ξ	Forma constructivă	Schița	**h / d_n**	ξ
Ovală		**0,125**	**5-6**	**Cu tijă** înclinată		1,43	**2,5**
Ovală cu profil **hidrodinamic**		0,425	**4**				
		0,5 - 0,7	2,5	Cu curgere liberă		**1,2**	**1,5 - 2**

Tabelul 2.6 (continuare)

Robinete cu cep

ι	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	82,5°	Observații
	0,05	0,29	0,75	1,56	3,10	5,47	9,68	17,3	31,2	52,6	106	206	486	α	

Robinete cu clapeta - fluture

α	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	Secțiunea țevii	Observații
	-	-	751	118	32,6	10,8	3,91	1,54	0,52	0	O	
	-	ı	751	118	32,6	10,8	3,90	1,50	0,50	0	□	

Robinete cu **clapete** - vaivă

	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	Observații
	90	62	42	30	20	14	9,5	6,6	4,6	3,2 -	2,3	1,7	

Observație: La robinetele cu ventil, *k* reprezintă înălțimea de ridicare a ventilului.

3

TERMODINAMICĂ TEHNICĂ

3.1. Ecuația termică de stare a gazului perfect

$$p\cdot V = m\cdot R\cdot T \tag{3.1}$$

$$p\cdot V = \nu\cdot R_M\cdot T \tag{3.2}$$

$$p\cdot V = \mu\cdot R_N\cdot T \tag{3.3}$$

unde: $p\left[\frac{N}{m^2}\right]$ - presiunea; $V\left[m^3\right]$ - volumul; $m[kg]$ - masa; $R\left[\frac{J}{Kg\cdot k}\right]$ - constanta gazului; $T[K]$ - temperatura; $\nu[kmol]$ - cantitatea de substanță; $R_M\left[\frac{J}{kmol\cdot K}\right]$ - constanta universală; $\mu\left[Nm^3\right]$ - cantitatea de substanță; $R_N\left[\frac{J}{Nm^3\cdot K}\right]$ - cantitatea universală.

1kmol M [kg]; 1kmol = 22,414 $[Nm^3]$; M - masa moleculară

$R_M = 8316,9\ \frac{J}{kmol\cdot K}$; $R_M = 1,9858\ \frac{\ }{kmol\cdot K}$; $R_M = 847,78\ \frac{kgf\cdot m}{kmol\cdot K}$

3.2. Transformările simple ale gazului perfect

3.2.1. Transformarea la volum constant

$$\frac{p}{T} = const. \tag{3.4}$$

$$p_1V = mRT_1;\qquad p_2V = mRT_2 \tag{3.5}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \tag{3.6}$$

Energia termică schimbată cu exteriorul: $Q_{1,2} = U_2 - U_1 = mc_v(T_2 - T_1)$ (3.7)

Lucrul mecanic al transformării izocorice este nul.

Variația energiei interne: $(\Delta U)_v = c_v\cdot\Delta T$ (3.8)

Variația entalpiei: $(\Delta i)_v = c_v\cdot\Delta T + v\Delta p$ (3.9)

3.2.2. Transformarea la presiune constantă

$$\frac{V}{T}=const.\tag{3.10}$$

$$pV_1=mRT_1;\qquad pV_2=mRT_2;\qquad \frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}\tag{3.11}$$

Energia termică schimbată cu exteriorul:

$$Q_{12}=m\cdot c_p\cdot(T_2-T_1)\tag{3.12}$$

Lucrul mecanic de dislocare

$$L_{12}=mR(T_2-T_1)\tag{3.13}$$

Pentru T 1 ; m 1kg ; Rezultă: $l_{12}=R$

R - constanta gazului perfect reprezintă lucrul mecanic efectuat de un kilogram de **substanţă**, într-o transformare **izobarică** pentru un grad variaţie de temperatură.

Variaţia energiei interne

$$u=m\cdot c_v\cdot(T_2-T_1)\tag{3.14}$$

Variaţia **entalpiei**

$$i=m(u+p\,v\tag{3.15}$$

Raportul dintre lucrul mecanic produs şi căldura consumată:

$$\frac{L_{12}}{Q_{12}}=\frac{R}{c_p}=\frac{c_p-c_v}{c_p}=\frac{K-1}{K}\tag{3.16}$$

Observaţie. La sfârşitul transformării izobarice energia internă creşte. Procesele izobarice se produc în camerele de ardere ale motoarelor cu aprindere prin comprimare şi în ale turbinelor cu gaze.

3.2.3. Transformarea adiabată (transformarea fără schimb de căldură)

$$q=const;\qquad q=0\tag{3.17}$$

$$pV^k=const;\qquad TV^{k-1}=const;\qquad \frac{T_1}{p_1^{\frac{k-1}{k}}}=\frac{T_2}{p_2^{\frac{k-1}{k}}}\tag{3.18}$$

Lucrul mecanic:

$$L_{12}=m\cdot\frac{R}{k-1}(T_1-T_2);\qquad L_{12}=\frac{p_1V_1-p_2V_2}{k-1}\tag{3.19}$$

Variaţia energiei interne: $U=mc_v\cdot(T_2-T_1)$ (3.20)

k- exponentul **adiabatic**; $k=\frac{c_p}{c_v}$ (**raportul** căldurilor specifice)

3.2.4. Transformarea politropică

$$\frac{pV}{T}=const\tag{3.21}$$

$$pV^n=const;\qquad TV^{n-1}=const.\tag{3.22}$$

Lucrul mecanic: $L_{12} \quad \frac{mR}{n-1}(T_1 \quad T_2)$ (3.23)

$L_{12} \quad \frac{p_1V_1 - p_2V_2}{n-1}$ (3.24)

Energia termică: $Q_{12} \quad L_{12} \frac{k-n}{k-1}$ (3.25)

sau $Q_{12} = \frac{mR}{n-1}(T_1 \quad T_2) \frac{k-n}{k-1}$ (3.26)

sau $Q_{12} = m\bar{c}_n(T_2 - T_1)$ (3.27)

unde $c_n = c_v \frac{n-k}{n-1}$; c_n - căldura specifică a **politropiei**

Prin particularizarea ecuației transformării **politrope:**

n = 0; p = const; $c_n = c_p$; transformarea **izobarică;**
n = 1; pV = const.; $c_n = \infty$; transformarea **izotermică;**
n = k; pV^k = const.; $c_n = 0$; transformarea adiabatică;
n = ∞; V const.; $c_n = c_v$; transformarea **izocorică.**

3.3. Amestecuri de gaze perfecte

Comportarea unui amestec de gaze perfecte este guvernată de legea lui Dalton:

- într-un amestec de gaze fiecare gaz în parte se comportă ca și cum ar ocupa singur întregul volum în care se află amestecul, la temperatura amestecului.

3.3.1. Masa amestecului: $m_{am} \quad m_i$ [kg] (3.28)

m_i - masa componentului *i*

3.3.2. Presiunea amestecului: $p_{am} = \quad p_i \quad \frac{N}{m^2}$ (3.29)

p_i - presiunea parțială dată de componentul *i*

3.3.3. Participația masică: $g_i = \frac{m_i}{m_{am}} \qquad g_i = 1$ (3.30)

3.3.4. Participația volumică (legea lui Amagat): $\gamma_i = \frac{V}{V_{am}}$ **(3.31)**

Relația (3.32) se aplică considerând componentul *i* că se află la temperatura și presiunea amestecului.

$$\gamma_i = \frac{\nu_i}{\nu_{am}} = \frac{\mu_i}{\mu_{am}} \qquad (3.32)$$

ν_i - cantitatea în [kmol] a componentului *i;* ν_{am} - cantitatea în [kmol] a **amestecului ;**
μ_i - cantitatea în [Nm^3] a componentului *i;* μ_{am} - cantitatea în [Nm^3] a amestecului.

Deci: $\nu_{am} \quad \nu_i$ (3.33)

$\mu_{am} = \sum \mu_i$ (3.34)

3.3.5. **Masa molară aparentă a unui amestec:** $M_{am} = \Sigma \gamma_i M_i$ (3.35)

M_i - masa molară a **componentului *i***

$$\nu_i = \frac{m_i}{M_i} \quad \ldots, \; M_i \qquad (3.36)$$

3.3.6. Constanta **amestecului:** $R_{am} = g_i \cdot R_i \quad \left[\frac{kJ}{kg \cdot K}\right]$ (3.37)

$$R_{am} = \frac{R_M}{M_{am}} \quad \left[\frac{kJ}{kg \cdot K}\right] \qquad \textbf{(3.38)}$$

$R_i \left[\frac{kJ}{kg \cdot K}\right]$ - constanta componentului i; $R_M \left[\frac{kJ}{kmol \cdot K}\right]$ - **constanta** universală a gazelor perfecte; $R_M = 8{,}314 \frac{kJ}{kmol \cdot K}$

3.3.7. **Presiunea parțială:** $p_i = p_{am} \cdot \gamma_i$ (3.39)

3.3.8. Căldura specifică a amestecului : $c_{am} = \Sigma g_i \cdot c_i$; $\frac{kJ}{kg \cdot K}$ (3.40)

$c_i \left[\frac{kJ}{kg \cdot K}\right]$ - căldura specifică **masică** a **componentului *i*.**

$$C_{am} = \Sigma \gamma_i C_i \; ; \; \left[\frac{kJ}{kmol \cdot K}\right] \qquad (3.41)$$

$C_i \left[\frac{kJ}{kmol \cdot K}\right]$ - căldura specifică molară a componentului î.

Tabelul 3.1. **Relațiile dintre diferitele scări de temperatură**

Denumirea **scării**	Scara Celsius **t, °C**	Scara **Rankine** **T, °Ra**	Scara Fahrenheit **t, °F**	Scara Reaumur **t,°R**
Celsius	-	$\frac{5}{9}$T°Ra 273,15	$\frac{t°F - 32}{1{,}8}$	1,25 t°R
Rankine	1,8(t° C+ 273,15)	-	t°F +459,67	1,8(1,25t°R+273,15)
Fahrenheit	1,8t°C+32	t°Ra-459,67	-	$\frac{9}{4}$(t°F - 32)
Reamur	0,8 t°C	$0{,}8\left(\frac{5}{9}T°Ra - 273{,}15\right)$	$\frac{4}{9}$(t°F - 32)	-

Tabelul 3.2. **Relațiile dintre diferitele unități di măsură a presiunii**

Unitățile	Pa	bar	kgf/cm²	mm Hg	mm apă
1 Pa	1	10^{-5}	$10,2\times10^{-6}$	$7,5024\times10^{-3}$	0,102
1 bar	10^{5}	1	1,02	$7,5024\times10^{2}$	$1,02\times10^{4}$
1 kgf/cm²	$9,8067\times10^{4}$	0,98067	1	735	10^{4}
1 fflfflH§	133	$1,33\times10^{-3}$	$1,36\times10^{-3}$	1	13,6
1 fflffl apă	9,8067	$9,8067\times10^{-5}$	10^{-4}	$7,35\times10^{-2}$	1

Tabelul 3.3. **Corelațiile dintre unitățile de lucru mecanic și de căldură**

Unitatea	J	erg	kgf×m	feval	kWh	CPh
1J	1	10^{7}	0,101972	$2,38846\times10^{-4}$	$2,7778\times10^{-7}$	$3,7748\times10^{-7}$
1 erg	0^{-7}	1	$10,1972\times10^{-9}$	238846×10^{-12}	$27,778\times10^{-15}$	$37,7418\times10^{-5}$
1 kgf×m	9,80665	$98,066\times10^{6}$	1	$2,34228\times10^{-3}$	$2,72407\times10^{-6}$	$3,701\times10^{-6}$
1 kcal	4186,8	$41,868\times10^{9}$	426,935	1	$1,163\times10^{-3}$	$1,58\times10^{-3}$
1 kWh	$3,6\times10^{6}$	36×10^{12}	367098	859,845	1	1,35869
1 CPh	$2,65\times10^{6}$	$26,496\times10^{12}$	270184	632,845	0,736	1

3.4. Aburul

Aburul **se obține prin vaporizarea apei,** di **obicei** la **presiune c stantă. Există** o **corespondență directă între temperatura** și **presiunea** di **vaporizare**, ta **sensul că** flecarei **presiuni** di **vaporizare** îl **corespunde** o ftflumllă temptfaturt **de vaporizare și invers. Interdependența** fatri **cele** două mărimi di **stare** ta timpul **procesului** di **vaporizare poate** fi **pusă** ta **evidență prin ecuația Clapeyron-Clausius:**

$$\frac{dp}{dT} = \frac{A}{T_s(v'' = v')},$$

ta **care:** λ **este căldura** lătrată di vaporiiari a **apei;** T_s = temperatura di **vaporizare;** v' **și** v'' - volumul **specific** al apei, **respectiv al vaporilor saturați uscați.**

La **presiuni foarte scăzute și temperaturi ridicate, comportarea** vaporilor **de** apă se **apropie** di **cea a gazului perfect astfel, că** volumul **specific** al **vaporilor** saturați poate **fi exprimat prin ecuația** di **stare** a **gazelor perfecte** $v'' s \frac{RT}{P}$, ta **care** R iste **constanta aburului,** iar T **și** p **temperatura și presiunea .** Volumul **specific** al **apei,** v' flind **neglijabil** ta **raport** cu v'', ieuația **Clapeyron Clausius** se **poate** serie **sub** ferma. $\frac{dp}{P} \frac{\lambda}{R} \frac{dT}{T^2}$,

Diagrame utilizate pentru studiul vaporilor di **apă.** Diagrama p-v a **vaporilor** de **apă** (**fig.** 3,1) **face posibilă evaluarea lucrului** rneeasle pi **care îl schimbă vaporii** de apă **supraîncălziți cu exteriorul,** ta **cursul transformărilor** la **care sunt supuși.** Izotermele **se suprapun cu** teobarili ta **domeniul** di **saturație** (vaporiiari), **cuprins** tetre **curbele** de titlu x s **0 și** x s 1. **Punctul critic** di pi **diagramă** *mm m K* **are coordonatele** p_k **221,29** bar; v_k = • **0,00326** m³/kg; T_k= **647,3K;** s_k = **4,43kJ/kg·K.**

Diagramele T-s și h-s **ale vaporilor de apă** sunt prezentate în fig. **3,2 și** fi|, **3.3.**

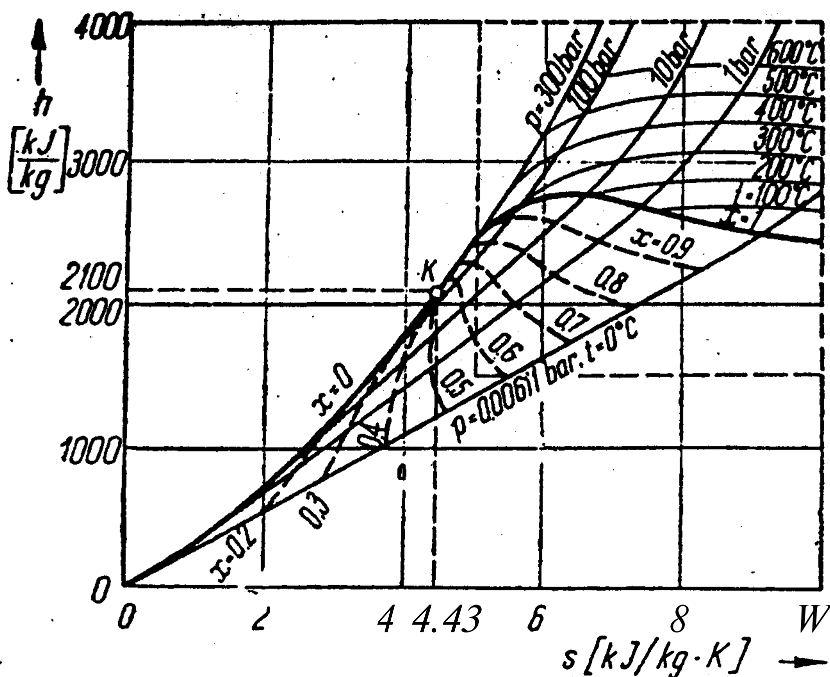


Fig. 3.3. Diagrama *h-s* a vaporilor de apă

în diagrama *T-s* **(fig.3.2)** sau diagrama **entropică** a vaporilor de **apă,** se observă suprapunerea izobarelor cu izotermele în domeniul de **saturație.** în zona de supraîncălzire, izobarele și izotermele au o formă logaritmică izocorele sunt **înclinate).** în diagrama *h-s a* vaporilor de apă (fig.3.3) propusă în anul 1904 de către Mollier, punctul critic are coordonatele s_k = 4,43 **kJ/kg ·K** și h_k**=2100kJ/kg** și este plasat pe ramura din stânga a curbei limită. Izocorele au formă apropiată de cea a curbelor logaritmice, pe întregul câmp al **diagramei.** în zona vaporilor saturați umezi, izotermele se suprapun pe izobare, reprezentate în acest domeniu prin drepte **înclinate.** în zona vaporilor supraîncălziți, izobarele devin curbe logaritmice a căror pantă este mai mică decât cea a izocorelor, iar izotermele devin curbe cu **concavitatea** în jos, **tinzînd asimtotic** către orizontală. Diagrama h-s a vaporilor de apă permite determinarea cu ușurință a variațiilor de **entalpie** în timpul efectuării unui proces termodinamic și, în special, determinarea lucrului mecanic consumat sau produs prin destinderea sau comprimarea **adiabată** a aburului. Alura logaritmică a izobarelor este deformată variației căldurii specifice c_p cu presiunea. Deformarea este mai accentuată în vecinătatea regiunilor de lichefiere, cu atât mai mult cu cât presiunea este mai ridicată, în punctul critic, în care căldura specifică la presiune constantă c_p tinde către infinit. Izobarele prezintă un punct de inflexiune cu tangentă orizontală.

Deoarece se obține din apă prin mijloace relativ simple și poate înmagazina cantități mari de căldură. Aburul are multiple utilizări ca agent termic în agregatele producătoare de energie mecanică (mașini și turbine cu abur).

în funcție de temperatură există : abur saturat și abur supraîncălzit.

Aburul saturat are temperatura egală cu temperatura de saturație corespunzătoare presiunii la care se găsește. Pentru a provoca condensarea aburul saturat este suficient ca temperatura acestuia să scadă cu o cantitate infinit mică.

Aburul saturat uscat este aburul din care lipsește complet faza lichidă (titlu x=1).

O creștere infinit **mică** a **temperaturii** aburul saturat uscat provoacă trecerea aburului în domeniul de supraîncălzire, în timp **ce** o micșorare **infinitezimală** a temperaturii provoacă condensarea lui parțială (transformarea în abur saturat umed). **Aburul** suprasaturat uscat reprezintă o **stare** limită între aburul saturat umed și cel **supraîncălzit.**

Mărimile de stare ale aburului saturat uscat pot fi determinate direct din tabelele de abur sau prin calcul din următoarele relații:

Entalpia: $h'' = h' + r = h' + \rho + \psi$ $[J/kg]$

Energia internă: $u'' = u' + r$ $[J/kg]$

Entropia: $s'' = s' + \frac{r}{T_s}$ $[J/kg \cdot K]$,

unde h', u', s' sunt mărimile de stare respective ale apei la saturație; h'', u'', s'' - mărimile de stare respective ale aburului saturat uscat; **și** $\psi = p(v'' - v')$, **respectiv**(căldura) internă și (**căldura**) externă de vaporizare; T_s - temperatura de saturație.

Căldura necesară pentru producerea unui kilogram de abur saturat uscat este dată de **relația:** $P = \rho_s = r = h'' - h_0$ [J/kg]

Pentru vaporizare la presiune **constantă** p_s:

$\rho_s = h' - h_0 = (u' - u_0) + p_s(v' - v_0)$ $[J/kg]$;

$r = h'' - h' = (u'' - u') + p_s(v'' - v')$ $[J/kg]$,

în care: **simbolurile** cu indicele *o* se referă la mărimile de stare ale apei la temperatura de 0° C și presiunea p_s; q_a - cantitatea de căldură necesară pentru a aduce apa de la 0° C la temperatura de saturație (la presiunea constantă p_s); $h_0 = u_0 + p_s v_0$ - **entalpia** specifică a apei la 0° C și la **presiunea** p_s.

Pentru aburul saturat uscat, exponentul **adiabatic** are valoarea k **=1,135.** Acest exponent nu mai este egal cu raportul căldurilor specifice c_p/c_v, fiind doar un coeficient (determinat experimental).

Aburul saturat uscat poate fi obținut di aburul saturat umed prin separarea pe **cale** mecanică a picăturilor de apă din abur.

Aburul saturat umed este un amestec de două faze ale aceluiași component, în echilibru **termodinamic:** faza lichidă (apă în stare de saturație) și faza gazoasă (aburul saturat uscat). La limită devine abur saturat **uscat,** când a dispărut faza lichidă. Fiecărei presiuni îi corespunde o anumită temperatură de saturație. Variația temperaturii de saturație t_s în funcție de presiunea de saturație p_s este reprezentată de curba de vaporizare a apei, iar valorile respective se găsesc în **tabelelle** de abur saturat. Pentru calcule aproximative, legătura dintre p_s și t_s poate fi obținută cu relația:

$$p_s = \left(\frac{t_s}{}\right)^4 \quad \left[\frac{N}{m^2}\right]$$

Aburul saturat umed este un amestec de abur saturat uscat și apă, la temperatura de saturație. **Participația** masică a aburului saturat uscat în amestecul format din aburul saturat uscat și apă la temperatura de saturație poartă **numele** de titlu al aburului (simbol x) și poate lua valori între *O* (pentru apa în stare de saturație) și *l* (pentru aburul saturat **uscat).** în aburul saturat umed, apa poate fi uniform repartizată în toată masa amestecului, sub formă de picături fine, în suspensie (ex.: conductele prin care circulă aburul saturat umed) sau poate coexista în același spațiu cu aburul, sub formă de masă lichidă distinctă (ex.: în recipientele în care se produce vaporizarea apei sau condensarea aburului).

Mărimile de stare ale aburului saturat umed pot fi determinate, direct din diagrame sau prin calcul, cu următoarele relații:

Volumul specific: $v_x = v' + x(v'' - v')$ $[m^3/kg]$

Entalpia: $h_x = h' + x(h'' - h')$ $h' + xr$ $[J/kg]$

Energia internă: u_x $u' + x(u'' - u') = u' + xr$ $[J/kg]$

Entropia: $s_x = s' + x(s'' - s') = s' + x\frac{r}{T_s}$ $[J/kg \cdot K]$

Pentru **presiuni** până la circa 25 bar şi pentru valori ale titlului apropiate de unitate se poate utiliza formula aproximativă: v_x . xv''.

Pentru vapori de apă la $p < 20$ bar şi titlu $x > 0{,}75$, *coeficientul adiabatic k* se poate calcula cu **expresia :** k 1,035+0,1x.

Nu este indicat transportul **aburului** saturat umed la distanţe mari, prin conducte, datorită coeficientului mare de transfer de căldură α = 4000 - 7000 W/m^2 K, ceea ce duce la pierderi mari de căldură prin condensare. Aburul saturat umed este foarte mult întrebuinţat în schimbătoare de căldură. Maşinile de **forţă** moderne sunt alimentate cu abur supraîncălzit care devine umed în ultima parte (cea de joasă **presiune)** a maşinii, ca urmare a destinderii acestuia ceea ce constituie n mare **inconvenient,** întrucât duce la uzura rapidă sau chiar la distrugerea maşinilor (eroziunea paletelor la turbine).

Aburul supraîncălzit este aburul a cărui temperatură este superioară temperaturii de saturaţie corespunzătoare presiunii la care se găseşte. Diferenţa dintre temperatura aburului supraîncălzit (temperatura de supraîncălzire) şi temperatura de saturaţie se numeşte *grad de **supraîncălzire***; cu cât acest grad este **mai** mare, cu atât aburul are o comportare mai apropiată de aceea a gazelor perfecte.

*Ecuaţia de **stare*** a aburului puternic supraîncălzit (simplificată) este: **p(v+0,016)** =RT, în care R =703 **J/kg ·K.** Erorile date de această ecuaţie sunt admisibile numai pentru presiuni mai mici de 12 **bar.**

Mărimile de satâre ale aburului **supraîncălzit** pot **fi obţinute** din diagrame, din tabele sau prin calcule, din ecuaţii (de exemplu: ecuaţia **Clapeyron-Clausius)** sau în funcţie de mărimile de stare ale aburului saturat **uscat,** cu relaţiile:

Entalpia: $h = h'' + \int_{T_s}^{T} c_p dT = h'' + c_{pm}(T - T_s)$ $[J/kg]$

Entropia: $s = s'' + \int_{T_s}^{T} c_p \frac{dT}{T} = s'' + c_{pm} \ln\frac{T}{T_s}$ $[J/kg]$,

în care c_p şi c_{pm} sunt, respectiv, căldura specifică şi căldura specifică medie a vaporilor supraîncălziţi la presiune **constantă.**

Căldura necesară pentru producerea unui kilogram de abur supraîncălzit la presiunea p şi temperatura T **este:**

$$\rho = \rho_a + r + \int_{T_s}^{T} c_p dT = \rho_a + r + c_{pm}(T - T_s)\,.$$

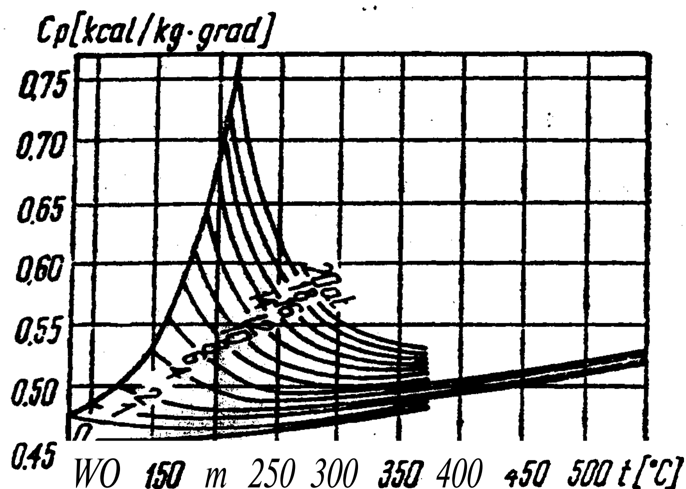
Cu cât gradul de supraîncălzire este mai **înalt,** cu atât relaţia $dh = c_p\, dT$ (variabilă pentru gaze ideale) dă rezultate mai exacte.

***Căldura** specifică a aburului supraîncălzit* prezentată în fig. 3.4 variază mult nu numai cu **temperatura,** ca la gazele perfecte, ci şi cu presiunea. La o anumită presiune, odată cu **creştrerea** gradului de supraîncălzire, căldura specifică scade repede până la o valoare minimă şii apoi creşte lent. Influenţa presiunii asupra căldurii specifice scade odată cu creşterea gradului de supraîncălzire.

La presiuni înalte, căldura specifică creste mult când temperatura scade, valorile maxime

fiind **atinse** de **aburul** saturat **uscat.** în jurul punctului critic, valoarea căldurii specifice tinde către infinit Pentru aburul adiabatic **supraîncălzit,** exponentul adiabatic are valoarea k =1,3.

Aburul supraîncălzit se obține prin **încălzirea** aburului saturat uscat într-un schimbător de **căldură,** numit ***supraîncălzitor.***



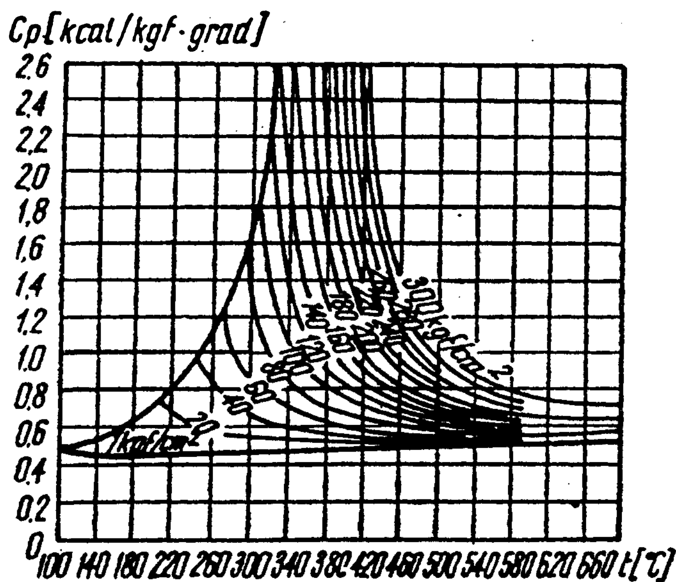


Fig.3.4. Variația căldurii specifice funcție de temperatură pentru abur supraîncălzit
(**1 kcal/kg** grd= 4,1867 **KJ/kg** · grd)

Este utilizat pe scară largă în mașini de forță cu abur (turbine, mașini cu piston), întrucât creșterea gradului de supraîncălzire determină o creștere importantă a randamentului mașinii. Pentru transportul la distanță prin conductă, se recomandă ca aburul să fie ușor supraîncălzit, deoarece pierderile prin condensare sunt, în acest caz, foarte mici sau chiar nule, datorită coeficientului său de schimb de căldură α mult mai mic decât cel al aburului saturat.

După valoarea presiunii se deosebesc: abur de joasă presiune, abur de medie presiune, abur de înaltă presiune și abur la stare notmală .

Aburul de joasă presiune are presiunile cuprinse între 1 și 12 bar și temperatura până la 300° C.

Aburul de medie presiune are presiuni cuprinse între 12 și 50 bar și temperaturi de 300 - 450° C.

Aburul de înaltă presiune are presiuni mai înalte de 50 bar și temperaturi ce depășesc 450° C. Presiunea ajunge în mod curent la 250 bar, în unele cazuri atingând chiar 370 bar, iar temperatura se ridică uzual ia 540-570° C uneori chiar până la 650° C.

Aburul la stare normală are presiunea de 760 mm Hg și temperatura de 100° C. Entalpia aburului normal este ho = 2674,2 kJ/kg.

3.5. Aerul

Aerul este amestec de gaze și vapori de apă care constituie atmosfera Pământului.

După caracteristicile fizice se definesc următoarele tipuri de aer: aer uscat și aer umed.

Aerul uscat este aerul lipsit complet de vapori de apă, în compoziția sa intrând azotul, oxigenul, bioxidul de carbon, argonul și alte gaze. Participațiile gravimetrice (g_t) și volumice (r_t) ale componentelor în amestec sunt prezentate în tabelul 3.4.

Participațiile componentelor aerul se modifică în timp și cu altitudinea. Aerul uscat satisface legile gazelor perfecte. Proprietățile fizice ale aerului uscat sunt trecute în tabelele 3.5; 3.6; 3.7 și 3.8.

Tabelul 3.4. Componenta aerului uscat

Componența	Participația gravimetrică g_t	Participația volumetrică r_t
Oxigen (O_2)	0,232	0,21
Azot (N_2)	0,7547	0,7803
Dioxid de carbon (CO_2)	0,0004	0,0003
Argon (Ar)	0,0128	0,0093
Alte gaze: Neon (Ne), Heliu (He), Cripton (Kr), Hidrogen (H_2)	urme	urme

Tabelul 3.5. Mărimi caracteristice ale aerului uscat

Mărimea	Simbolul	U.M.	Valoarea	Observații
Masă moleculară	M	kg/kmol	28,964	-
Constantă generală	R_a	J/kg·K	287,041	-
Densitate	ρ	kg/m³	1,2928	la 760 mm Hg și 0° C
Temperatură de fierbere	t_f	° C	-194	
	(T_f)	(K)	(79,15)	la 760 mm Hg
Căldură de vaporizare	r	kJ/kg	196,780	la 760 mm Hg

Tabelul 3.5 (continuare)

Mărimea	Simbolul	U.M.	Valoarea	Observații
Temperatura critică	t_{cr} (T_{cr})	°C (K)	**-140,7** **(132,45)**	-
Presiunea critică	p_{cr}	$M \cdot P_a$	**3,765754**	-
Densitatea critică	ρ_{cr}	kg/m^3	310	-

Tabelul 3.6. **Căldura specifică a aerului uscat la presiune constantă** $c_p\,[kJ/kg\cdot K]$

Temperatura	**Presiunea [bar]**		
M	**0,9813**	**9,813**	**98,13**
200	**1,006**	1,043	1,745
250	1,006	1,027	**1,281**
300	1,007	1,021	1,162
400	1,015	1,022	1,066
500	1,030	1,034	1,073

Căldura specifică a aerului uscat la presiune **constantă** se **determină** cu **relația:**

$$c_p = 6{,}557 + 1{,}477 \cdot 10^{-3}T - 0{,}2148 \cdot 10^{-6}T^2 \quad [kJ/kg \cdot K],$$

valabilă pentru intervalul de temperaturi T = 289- 1500 K (abaterea maximă **2%**).

Aerul umed este un amestec de aer uscat și vapori de apă in stare supraîncălzită la care se mai poate adăuga umiditate în stare lichidă sau **solidă.**

Presiunea aerului umed (aer **+vapori** de apă) este : $p = p_a + p_v \quad [N/m^2]$,
unde p_a și p_v **sunt presiunile** parțiale ale **aerului uscat,** respectiv ale vaporilor de apă din aerul **umed.**

Aerul umed este considerat un amestec de gaze perfecte, **deoarece** vaporii de apă se **găsesc în stare supraîncălzită;** $p_a \cdot V = m_a \cdot R_a T$; $\quad p_v \cdot V = m_v \cdot R_v \cdot T$
în care p_a, p_v **sunt** presiunile parțiale ale aerului uscat și vaporilor de apă : R_a, R_v **sunt constantele** aerului **uscat** și vaporilor de **apă.**

$$V_a = V_v = V; \quad T_a = T_v = T; \quad p = p_a + p_v; \quad R_a = 287\frac{J}{kg \cdot K}; \quad R_v = 461{,}9\frac{J}{kg \cdot K}.$$

Tabelul 3.7. **Viscozitatea dinamică** a aerului uscat $[N \cdot s/m^2 \cdot 10^6]$

Presiunea	Temperatura °C						
bar	0	14	16	25	**50**	90	100
0,9813	**168,56**	175,03	175,91	179,70	**191,59**	**209,23**	213,64
19,625	-	177,97	178,85	-	194,04	212,66	-
49,065	177,87	183,94	184,73	18835	**199,25**	215,60	**219,52**
9S,13	193,06	197,76	198,45	201,88	210,70	**225,20**	219,03
147,19	212,17	214,62	215,11	217,07	223,44	**234,22**	237,16
196,25	232,26	233,43	233,73	234,71	238,63	245,98	247,94

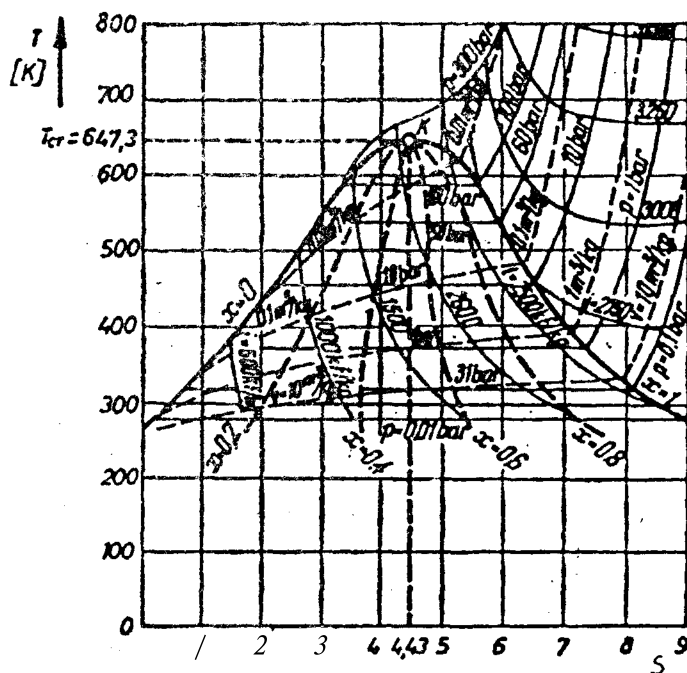


Fig. 3.1. Diagrama T-s a vporilor de apă.

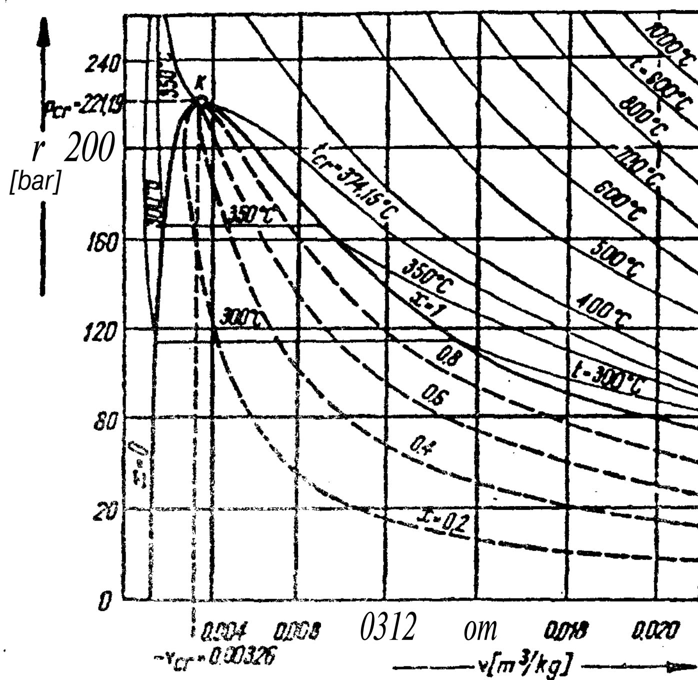


Fig. 3.2. Diagrama p-v a vaporilor de apă

Bibliografie

[1]. V.A. **Kirillin,** ş.a. Termodinamica
Editura Ştiinţifică şi **Enciclopedică,** Bucureşti, 1985

[2]. B. **Popa,** C. **Vintilă** **Termotehnică** şi Maşini Termice
Editura Didactică şi **Pedagogică,** Bucureşti, 1977

[3]. D. **Ştefănescu,** M. **Marinescu,** I. **Ganea** **Termogazodinamica** Tehnică
Editura **Tehnică,** Bucureşti, 1986

[4]. Al. **Dănescu,** D. **Ştefănescu, ş.a.,** Lexicon de Termodinamică şi Maşini Termice vol. I
Editura **Tehnică,** Bucureşti, 1985

4

TEORIA NAVEI

4.1. Flotabilitatea

Pentru unele categorii de corpuri, printre care și navele, capacitatea de a pluti, numită și flotabilitate, reprezintă una din cele mai importante caracteristici.

Flotabilitatea navei se bazează pe acțiunea permanentă a celor două forțe menționate în **fig.4.1.**

a) forța de greutate a navei sau deplasamentul , care este rezultanta forțelor de greutate ale părților componente și a încărcăturii navei, aplicată în centrul de greutate al navei G (x_G, y_G, z_G);

b) forța de flotabilitate γ V care este rezultanta forțelor de presiune hidrostatică ce acționează asupra **părții imerse** a corpului (carenei) navei și care este aplicată în centrul de greutate al volumului **dizlocuit** de navă numit centru de **carenă** *C* (x_c, y_c, z_c).

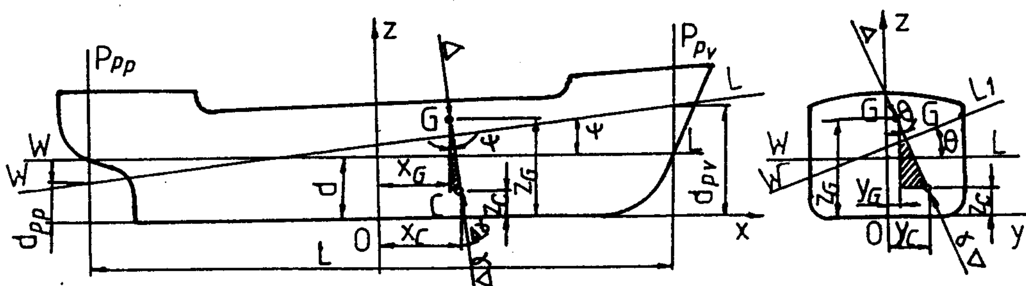


Fig.4.1. Forțele care acționează asupra navei

Din condiția de echilibru a navei (cele două forțe să fie să fie egale, de sens contrar și V să aibă același **suport**) rezultă:

$$\overline{} + \gamma\, \nabla = 0; \qquad = \gamma\, \nabla; \tag{4.1}$$

$$X_c - X_G = (Z_G - Z_c)\mathrm{tg}\psi; \tag{4.2}$$

$$Y_c - Y_G = (Z_G - Z_c)\mathrm{tg}\theta\,. \tag{4.3}$$

Unghiul de înclinare longitudinală a navei ψ, se numește unghi de **asietă** și el este pozitiv când nava este **aprovată;** unghiul de înclinare transversală θ, se numește **unghide** bandă sau simplu bandă și este pozitiv când nava este înclinată la **tribord.**

Conform fig.4.1 unghiul de asietă se poate determina cunoscând pescajele prova d_{pv} și pupa d_{pp} ale navei și lungimea acesteia:

$$tg\psi = \frac{d_{pv} - d_{pp}}{L} = \frac{\delta d}{L}; \qquad (4.4)$$

pescajul mediu al navei va fi:

$$d = \frac{d_{pv} + d_{pp}}{2}. \qquad (4.5)$$

Banda navei se **determină**, de **regulă**, cu ajutorul **înclinometrului.** Din ecuația de echilibru rezultă că orice variație a **deplasamentului,** a greutății specifice a apei în care nava navighează sau a poziției unor greutăți la bordul navei conduce la schimbarea poziției inițiale a navei în raport cu **suprafața** apei, deci la schimbarea pescajelor **prova,** pupa și mediu și a unghiurilor de înclinare ale navei.

Astfel în cazul variației greutății specifice a apei, variația de pescaj este:

$$d = -\frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma_1} \cdot \frac{\nabla}{S} = -(\gamma_1 - \gamma)\frac{\nabla}{T_{u1}}, \ [cm], \qquad (4.6)$$

unde γ_1, γ sunt greutățile specifice a apei în care nava urmează să navigheze și a celei în care ea navighează:

∇ - este volumul navei, corespunzător deplasamentului ei;
S - suprafața ariei de plutire;
T_{u1} - valoarea deplasamentului unitar pentru greutatea specifică γ_1.

Variația unghiurilor ψ și θ se consideră în acest caz **neglijabilă.**

în cazul **ambarcării** greutăților mici (sub 10 -15% din deplasamentul navei) pentru cazul particular când nava nu se **înclină,** variația pescajului se determină cu formula:

$$d = \frac{P}{\gamma \cdot S} = \frac{p}{T_{u1}}[cm], \qquad (4.7)$$

în care P este greutatea **ambarcată,** celelalte elemente având semnificațiile anterioare. Acest caz este frecvent folosit în practică pentru determinarea rapidă a variației pescajului la **ambarcarea** greutăților.

4. 2. Stabilitatea inițială a navei

Stabilitatea reprezintă proprietatea navei de a se opune acțiunii unor forțe exterioare temporare și de a reveni la poziția inițială după încetarea acțiunii **acestora.**

în cazul stabilității inițiale dacă o navă (**fig.4.2**) este scoasă din poziția de echilibru de către forțe exterioare aplicate static, greutatea navei și forța de flotabilitate rămân egale, dar ele nu se vor mai afla pe aceeași verticală; greutatea va trece prin centrul de greutate care este fix în raport cu **nava** în timp ce forța de flotabilitate va trece prin **centrul** de **carenă** care se va deplasa din poziția inițială ca urmare a modificării formei volumului carenei; în cazul înclinărilor mici se consideră că deplasarea centrului de carenă are loc chiar în

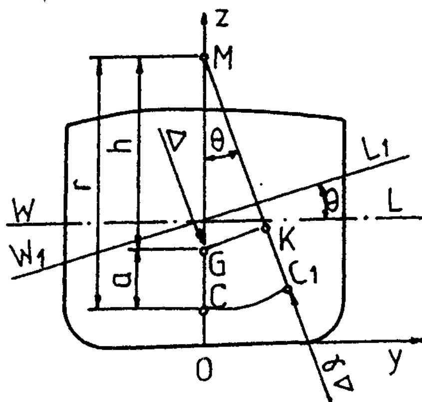


Fig.4.2. Stabilitatea transversală a navei

planul de **înclinare.** Centrul de **curbură** al traiectoriei centrului de **carenă** (**care** poate fi considerat fix) se numeşte **metacentru,** iar raza de curbură rază **metacentrică.** în acest caz momentul de redresare va fi:

$$M_r = \Delta\overline{GK} = \Delta\overline{MG}\sin\theta \approx \quad h \qquad (4.8)$$

Distanta h = r - a de la centrul de greutate la metacentru se numeşte înălţime **metacentrică.** Valoarea razei **metacentrice** este:

$$r \quad I_a / \nabla \;,$$

unde I_a **este** momentul de inerţie faţă de axa centrală (axa perpendiculară pe planul de înclinare al navei şi care trece prin centrul de greutate al suprafeţei de plutire). Momentul de inerţie minim al navei, este cel corespunzător axei centrale **longitudinale,** deci nava are cea mai mică stabilitate în plan longitudinal. Cele două raze metacentrice principale vor fi: $r = I_x / \nabla$ - raza metacentrică transversală şi $R \quad I_y / \nabla$ -raza metacentrică longitudinală.

(R **˙r);** corespunzător, *H* **˙h,** *H = R - a şi h = r - a.* Rezultă că dacă nava este stabilă în plan transversal, ea va fi stabilă în oricare altul; de aceea în practică se studiază numai stabilitatea transversală a navei.

Deoarece forma şi mărimea suprafeţei de plutire ca şi volumul navei depind de pescaj, razele metacentrice vor depinde şi ele de **pescaj,** pentru navele obişnuite acestea **descrescând** odată cu creşterea pescajului. Funcţie de poziţiile relative ale punctelor *M* şi G, echilibrul navei poate fi:

- stabil, în cazul când *M* este deasupra lui ***G*,deci** *h* **>0;**
- instabil, în cazul când *G* este deasupra lui ***M*,deci** *h* <0;
- **indiferent**, în cazul când G *M* şi deci *h* = O

Din punct de vedere al siguranţei navigaţiei, nava trebuie să fie **întotdeaunaîn** echilibru stabil, deci *h* **>0.**

Valorile minime, impuse de R.N.R., pentru înălţimea metacentrică **transversală,** pentru toate cazurile de încărcare, calculate **ţinându-se** cont de influenţa suprafeţelor libere, sunt prezentate în tabelul **4.1.**

Tabelul 1.4 **înălţimea metacentrică minimă**

Tipul **navei**	**h** rf **, m**
Nave de transport cherestea	0,05
Nave de pescuit	0,35
Alte tipuri de nave	0,75

Stabilirea iniţială a navei are o deosebită importanţă în aprecierea siguranţei navei; în cazuri deosebite poate fi necesară şi studiul stabilităţii statice la unghiuri mari de înclinare şi al stabilităţii dinamice; de **regulă,** pentru cazurile obişnuite, studiul stabilităţii statice iniţiale este însă suficient.

Stabilitatea iniţială este influenţată **de** poziţia centrului de greutate al navei şi de deplasamentul acesteia; acestea determină pescajul, volumul navei, poziţia centrului de **carenă** şi raza metacentrică; deasemenea asupra stabilităţii influenţează şi **ambarcarea,** debarcarea sau deplasarea unor greutăţi de la bordul **navei.**

O influenţă deosebită asupra stabilităţii iniţiale a navei o are existenţa unor suprafeţe libere la bordul navei; acestea apar de **regulă,** în timpul exploatării, prin consumul parţial al lichidelor aflate în tancurile navei.

în acest caz variaţia înălţimii metacentrice este: $\delta h = -\frac{\gamma_l\, i}{\quad}$ *(A.9)*

unde: γ_l este greutatea specifică a lichidului din tanc;

i_x – **momentul** de inerție față de axa centrali **longitudinală** a suprafeței libere a **lichi-** **dului** din tanc;
- deplasamentul navei.

Influența suprafețelor libere este deci *întotdeauna negativă* **ș** *i nu depinde de cantitatea de lichid din interiorul tancului ci* ***doarde*** *greutatea* ***specifică*** *acestuia* ***și*** *de* ***mărimea*** *și forma suprafeței* ***libere.*** in practici limitarea acestei **influențe** trebuie si **se** faci deci prin reducerea la minimum a **suprafețelor** libere realizați prin presarea tancurilor, consumul lichidelor de aceeași naturi numai **dintr-un** singur tanc, uscarea **santinelor** etc.

4. 3. Noțiuni de dinamica navei

4.3.1. Rezistența la înaintare a navelor

Forța cu care mediul exterior se opune deplasării navei reprezinți rezistența totali la înaintare R.

Având în vedere ci navele comerciale **obișnuite** se deplasează la suprafața de separație a două raedii, apa și aerul, fiecare din acestea vor influența rezistența **totală.**

Rezistența la înaintare este formați din componente, considerate independente:

$$R = R_f + R_v + R_t + R_{ap} + R_{aer} + R_{vm} \quad (4.10)$$

a. *Rezistența de frecare* R_f. Aceasta se **datorește vîscozității** lichidului care conduce la apariția stratului limită în jurul navei; în acest **strat,** în care viteza variază de la valoarea zero la valoarea vitezei navei, se produc **eforturi** tangențiale de frecare care determini apariția rezistenței de frecare a navei.

$$R_f = \left(K_c \xi_{fp} + \xi_r\right)\rho \frac{v^2}{2} \text{ to,} \quad (4.11)$$

fa care: ξ_{fp} este coeficientul **de** frecare, **adimensional,** al unei plici plane netede **având** aceiași **lungime** L ca și **nava,** cu suprafața egali cu aria **imersă** a navei Ω, situați într-un curent de viteză v; acesta depinde de numărul Reynolds al navei, Re $\frac{v L}{\nu}$,

unde: K_c este coeficient de corecție care ține cont de curbura suprafeței **imerse** a navei;

ξ_r - coeficient de rugozitate care ține cont de starea reali a **suprafeței** navei.

În exploatare rugozitatea navei crește datoriți **coroziunii,** deteriorării **piturii** etc. Depunerile de alge și animale marine duc **deasemenea** la creșterea rezistenței la înaintare. **Influența** rugozității și depunerilor depinde de foarte mulți factori, dintre care cei mai importanți sunt : natura piturii utilizate, gradul de pregătire a suprafeței pentru **piturare,** marca oțelului corpului navei eficacitatea protecției **anticorozive,** zona de navigație, timpul de staționare în **porturi,** intervalul dintre două **andocări. S-a** constatat ci rugozitatea navei curate crește în primii ani de exploatare, după care ea rămâne practic **constantă,** ca urmare a unui proces de coroziune **generalizat,** care nu afectează rugozitatea suprafeței **ci doar** grosimea materialului corpului navei. Depunerile constituie un factor deosebit de important pentru creșterea rezistenței de frecare, influența lor fiind de regulă eliminați prin **andocări** sau curățiri subacvatice ale corpului **(fig.4.3)**.

b. *Rezistența de val* R_v se produce ca urmare a schimbării distribuției de viteze și presiuni datoriți **deplasării** navei, ceea ce dă naștere valurilor de suprafață. Energia consumată de navă pentru crearea valurilor se poate considera ca **produsă** de o rezistență

opusă de apă înaintării navei, **numită** rezistența de val.

La navele cu porțiune cilindrică suficient de extinsă **valurile** se, formează numai la prova și la **pupa , distingîndu-se** două grupe mari de valuri:

- grupul valurilor **prova;**
- **grupul valurilor pupa.**

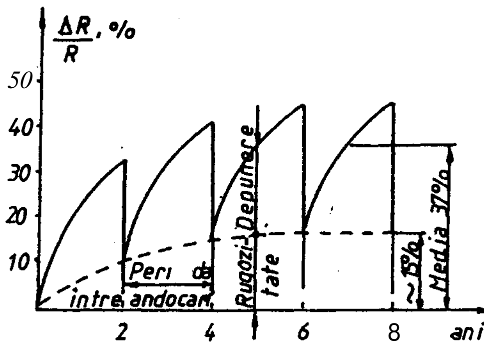


Fig. 4.3. Influența rugozității și a depunerilor pe carenă asupra rezistenței la înaintarea navei

Fiecare din aceste grupuri se compun la rândul lor din două tipuri de valuri:

- valuri divergente;
- valuri transversale.

Forma și mărimea valurilor depind de viteza navei și sunt întotdeauna aceleași la o anumită viteză (fig.4.4)

Valurile divergente se propagă după o direcție înclinată cu 18 ° - 20° față de direcția de mișcare a navei; ele se **îndepărtează** treptat de **navă, micșorându-se** și lăsând locul valurilor transversale.

Valurile transversale apar la viteze mai mari ale navei, crescând odată cu aceasta.

Rezistența de val este determinată în principal de interferența valurilor transversale prova -pupa ale navei; în cazul **interferenței** favorabile - creasta unui val corespunde cu golul celuilalt val - valul rezultant va fi mai mic deci și rezistența de val va fi mai mică. Modul de interferență a celor două valuri depinde de lungimea și viteza navei; lungimea navei se stabilește astfel încât la viteza nominală să se **asigure** interferența favorabilă a **valurilor.**

în prezent pentru reducerea rezistenței de val se utilizează ***bulbul,*** care are un efect direct determinat de faptul că valurile create de el interferează favorabil cu valurile prova create de navă și un efect indirect prin însăși schimbarea caracteristicilor valurilor prova create de navă.

c. *Rezistența turbionară (**de formă**,* R_t**.** Ca și rezistența de frecare, rezistența turbionară datorează **vâscozității** fluidului care conduce la variații de viteză și de presiune în interiorul stratului limită; aceste variații **crează mișcări** în interiorul stratului limită care dau naștere vârtejurilor **(turbioanelor).** Această rezistență apare datorită formelor navei - în special în zona pupa - și ea se manifestă în interiorul lichidului, spre deosebire de rezistența de val care apare la suprafața acestuia; energia cedată de navă pentru crearea turbioanelor poate fi de asemenea considerată ca echivalentă cu cea cedată **pentr** învingerea unei rezistențe la înaintare numită rezistență ***turbionară*** sau **de *formă***R_t**.**

Rezultanta rezistenței de val și de formă datorită redistribuirii presiunilor și vitezelor în **stratul** limită se numește *rezistență reziduă*

Pentru determinarea acestei rezistențe se folosesc formule similare cu cea prezentată anterior:

$$R_v = \xi_{v\rho} \rho \frac{v^2}{2} \Omega;$$

$$R_f \quad \xi_f \rho \frac{v^2}{2} \Omega;$$

$$R_r = R_v + R_f = \left(\xi_v + \zeta_f\right) \rho \frac{v^2}{2} \Omega = \xi_r \rho \frac{v^2}{2} \Omega \ .$$

Rezistența la înaintare a **carenei** teoretice datorate apei este:

$$R_a = R_{fr} + R_r = \xi_a \rho \frac{v^2}{2} \Omega \qquad (4.12)$$

d. *Rezistența apendicilor* R_{ap} . Este determinată de existența proeminențelor în partea **imersă** a **navei(** cârme, **cavaleții** arborilor port **elice,** aripi de **ruliu,** spada sondei **ultrason etc.). Rezistența apendicilor** nu depășește **5-12%** din rezistența **carenei** fără **apendici,** ea

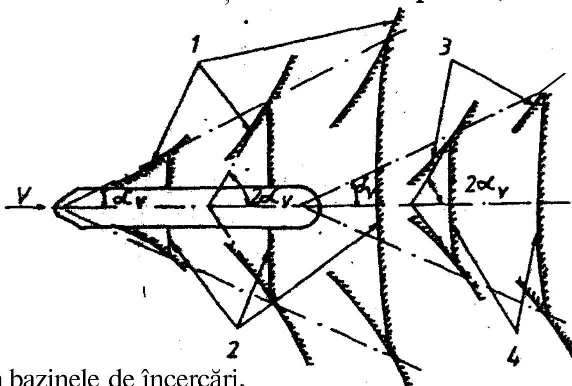


Fig.4 .4. Sistemul de **valuri** ate **navei**
1 - valuri divergente prova; 2- valuri transversale prova; 3 - valuri divergente pupa; 4-valuri transversale pupa.

determinându-se de regulă prin măsurări în bazinele de încercări.

În primă aproximație,

$$R_{ap} = \xi_{ap} \rho \frac{v^2}{2} \Omega .$$

e. *Rezistența aerului* R_{aer}. Apare atât datorită presiunii exercitate de aer asupra părții **emerse** a navei cât și apariției **turbioanelor** în **curentul** de aer pe care îl străbate nava. în cazul unui vânt puternic rezistența opusă de aer se calculează cu formula:

$$R_{aer} = \frac{1}{2} \xi_a \rho_a S_a (v \pm v_{aer})^2 , \qquad (4.13)$$

în care: ξ_a **este** coeficientul de rezistență al aerului, ρ_a - densitatea aerului în kg/m^3, S - proiecția pe **planul** cuplului **maestru** a **părții** emerse a **navei,** m^2 ,v_{aer} - viteza **vântului, m/s, determinată** după scara **Beaufort** (tabelul **4.2).**

Tabelul 1.8. **Scara** Beaufort

Forța vâa-tului	Starea atmosferică	Viteza medie » vântului	
		Nd	km/h
0	Calm	0 - 1	0 -1
1	Adiere ușoară	1,2- 3,3	2 - 6
2	Vânt ușor	3,5 - 6,4	7 - 12
3	Vânt slab	6,6 - 10,1	13 - 18
4	Vânt moderat	10,3 - 14,4	19-26
5	Vânt rece	14,6 - 19,0	27 - 35
6	Vânt puternic	19,2 - 24,1	36 - 44
7	Vânt tare	24,3 - 29,5	45 - 54
8	Vânt foarte tare	29,7 - 35,4	55 - 65
9	Furtună	35,6-41,8	66 - 77
10	Furtună puternică	42,0 - 48,8	78 - 90
11	Furtună violentă	49,0 - 56,3	91 - 104
12	Uragan	56,3	104

Tabelul 4.2(continuare)

Starea mării		
Gradul mării	Aspectul mării	Înălțimea valurilor, m
0	Calm plat	0
1	Marea ușor încrețită	0,1 - 0,25
2	Marea încrețită. Se văd rare creste albe.	0,25 - 0,75
3	Se văd multe creste albe în formare.	0,75 - 1,25
4	Se văd creste albe pronunțate. Marea agitată.	1,25 - 2,0
5.	Creste albe din val în val. Marea agitată.	2,0 - 3,0
6	Marea montată. Valurile se rostogolesc. Apa din crestele valurilor este pulverizată de vânt	3,0 - 6,0
7	Marea foarte montată.	6,0 - 8,5
8	Marea furtunoasă	8,5 - 11,0
9	Tempestă	11,0

f. *Rezistența valurilor mării* R_{vm}. Apare datorită valurilor care lovesc nava la navigația acesteia pe mare agitată și depinde de poziția navei în raport cu direcția de propagarea valurilor. Determinarea ei este dificilă de aceea ea se apreciază în raport de rezistența carenei teoretice datorită apei:

$$R_{vm} = \xi_{vm} \rho \frac{v^2}{2} \Omega .$$

în realitate componentele rezistenței la înaintare nu sunt independente ele condiționându-se reciproc, determinarea prin calcule a rezistenței la înaintare reprezentând numai o primă aproximație. Valori mai exacte se obțin prin măsurări pe modele la bazinele de încercări.

în cadrul rezistenței totale la înaintare componentelesale au o influență diferită funcție de tipul navei, deplasamentul său, zona de navigație, condițiile hidrometeorologice, depunerile de pe corp etc. Pentru navele obișnuite ponderea cea mai mare o are rezistența de frecare R_{fr} care poate atinge 50 - 80 % din rezistența totală (în cazul navigației în apă calmă).

4.3.2. Influența navigației în ape limitate asupra rezistenței la înaintare

La navigația în ape cu adâncime limitată (canale) rezistența la înaintare crește datorită spațiului îngust dintre fundul apei și fundul navei, care conduce la creșterea rezistenței de frecare mai ales dacă stratul limită ajunge la nivelul fundului apei: fenomenul apare de regulă la valori ale raportului H/d (10 - 15), unde H este adâncimea canalului, m, iar d pescajul navei. Fenomene similare se produc și atunci când canalul are o lățime limitată. în plus, apa nemaiavând secțiunea necesară pentru scurgere va fi împinsă în fața de navă ceea ce conduce la creșterea rezistenței de val; de asemenea valurile create de navă sunt reflectate rapid de maluri creindu-se interferențe suplimentare, nefavorabile.

Având în vedere cele două aspecte, raportul Ω_x/F, unde Ω_x este aria imersă a secțiunii

maestre, iar F - aria **secțiunii** transversale a canalului **navigabil**, se poate considera **drept** criteriu de bază pentru **aprecierea creșterii** rezistentei la înaintare în ape cu adâncimi și **lățimi** limitate. Valoarea critică a acestui raport este:

$$\Omega_x / F = 0{,}007 - 0{,}010.$$

Fenomenele negative manifestate **în** acest caz se pot reduce numai **prin micșorarea vitezei** navei care are o **influență** favorabilă și asupra construcțiilor hidrotehnice și civile de pe malul **apei.**

4.3.3. Puterea de propulsie. Puterea nominală

Pentru ca o navă să învingă rezistența la înaintare ***R***, la **viteza** v, ea trebuie să dispună de o anumită de o anumită putere de propulsie,

$$P = Rv\left[\frac{daN \cdot m}{s}\right] = \frac{Rv}{75}[CP] = \frac{Rv}{101{,}9}[kW] \quad \textbf{(4.14)}$$

Puterea pe care trebuie să o furnizeze motorul instalației de propulsie, numită putere **nominală**, trebuie să asigure în plus compensarea pierderilor în lagărele liniei axiale și în reductor - **inversor** (dacă există) ; ținând cont și de **randamentul propulsorului** care asigură utilizarea numai unei anumite părți din puterea **primită**, rezultă:

$$P_n = \frac{P}{\eta_p \eta_t \eta_r}, \quad (4.15)$$

unde $\mathbf{P_n}$ este puterea nominală a motorului, P - puterea de propulsie, η_p = 0,40 - 0,70 - randamentul propulsorului, η_t 0,95 - 0,98 - randamentul liniei axiale, η_r = 0,93 - 0,98 - randamentul reductorului.

Ținând cont că R R_t și raportând toate **rezistențele** la viteza navei și la suprafața udată a **cesteia** se obține:

$$R = \xi\rho\frac{v^2}{2}\Omega,$$

unde ξ este coeficientul global al rezistenței la înaintare.

Puterea nominală a motorului va fi:

$$P_n = \frac{\xi\rho\Omega}{2\eta_p\eta_t\eta_r}v^3 = f(v^3) \quad \textbf{(4.16)}$$

Puterea cavei depinde deci de **cubul** vitezei **navei.**

4.3.4. Corelarea funcționării motorului cu **propulsorul**

Determinarea condițiilor de funcționare **ale** motorului într-o instalație de propulsie rezultă din suprapunerea **caracteristicii** motorului care dă legătura între P_n și n cu caracteristica propulsorului care, la **rândul său**, dă legătura între puterea de propulsie și turația propulsorului; intersecția acestora definește punctul de echilibru energetic între sursa de **energie** (**motorul**) și consumator (propulsorul).

Caracteristica propulsorului își **schimbă** alura funcție de factorii care caracterizează marșul navei (valuri, **deplasament**, **starea carenei**, condiții **hidrometeorologice etc.**).

în condițiile **de** navigație în care rezistența la înaintare este minima (navă **goală**, mare **liniștită**, **carenă** curată) rezultă caracteristica **limită** inferioară *A*, care la turația nominală încarcă motorul cu o putere P_A<P ; **în condițiile** în care rezistența la înaintare este **maximă**,

rezultă caracteristica limită superioară *B*, **care** la turația nominală încarcă motorul la **puterea** $P_B > P_{nom}$; evitarea **supraîncărcării** se realizează prin coborârea **turației** motorului până la valoarea n_1 corespunzătoare intersecției curbe *B* cu **caracteristica** limită a motorului **(fig.4.5)**.

Caracteristicile limită de funcționare ale motorului, prin **care se înțeleg** acele caracteristici în afara cărora motorul nu poate funcționa timp **îndelungat**, sunt particulare

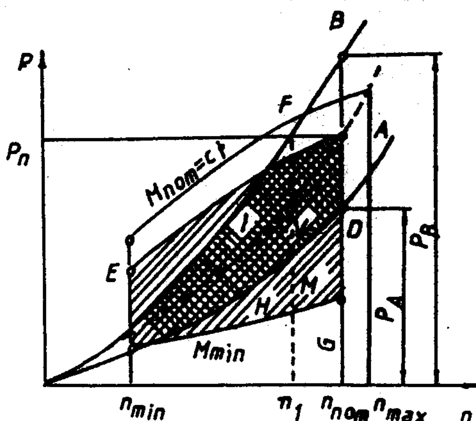


Fig. 4. 5 Domeniul de funcționare al cuplului motor propulsor pentru elici cu pas fix:
A - **caracteristica limită** inferioară a **propulsorului;** B - **caracteristica** limită a propulsonilui; C - **caracteristica** limită superioară de **funcționare** a motorului; D - caracteristica de regulator (nominală); E - limita inferioară a **turației stabile** (turația minimă); F - caracteristica superioară maximă de funcționare a motorului (M_{nom}= ct); O - caracteristica de regulator(turația **maximă);H** - caracteristica limită inferioară de funcționare a motorului (M_{min} = ct); **I-caracteristica** nominală a **propulsorului;M** - domeniul limită de funcționare al motorului; V - domeniul de funcționare al cuplului **motor-propulsor.**

pentru fiecare motor, fiind indicate de constructorul acestuia.

La motoarele **nesupraalimentate,** caracteristica limită superioară este curba M_{nom} = **const.;** la motoarele **supraalimentate,** curba limită superioară de funcționare este **dată,** indirect, de limita superioară a temperaturii gazelor de evacuare, astfel încât să fie evitate suprasolicitările termice, ea fiind amplasată sub curba M_{nom} **const.,** în apropierea acesteia; inferior, domeniul de funcționare este limitat de curba momentului minim M_{min} const.

în ceea ce privește **turația,** aceasta este limitată superior de caracteristica nominală de regulator ($n = n_{nom}$), iar inferior de turația minimă la care motorul funcționează stabil ($n = n_{min}$).

Domeniul de funcționare al motorului, M, este reprezentat în fig.4.5 hașurat la **dreapta,** iar domeniul de funcționare al cuplului propulsor - motor *V* este reprezentat prin porțiunea dublu hașurată.

Cunoașterea curbelor limită a domeniului de funcționare al motorului și al cuplului propulsor - motor este necesară pentru aprecierea condițiilor de funcționare ale motorului astfel încât acesta să nu fie supraîncărcat.

În cazul **elicilor** cu pas reglabil, domeniul de **funcționare** al cuplului motor- propulsor este reprezentat dublu hașurat în fig. 4.6. La **elicele** cu pas reglabil datorită posibilității de a modifica pasul, motorul poate fi exploatat la puterea și turația nominală indiferent de viteza navei, spre

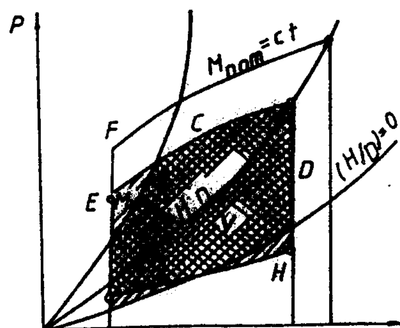


Fig. 4.6. Domeniul de funcționare al cuplului motor-propulsor pentru **elici** cu pas reglabil.

deosebire de elice cu pas fix la care creşterea rezistenţei la înaintare impune reducerea turaţiei motorului pentru funcţionarea normală a motorului; în cazul elicilor cu pas reglabil, la suprasarcini provocate de mărirea rezistenţei la înaintare se poate reduce pasul, astfel încât motorul să funcţioneze la turaţia nominală; elicea cu pas reglabil poate acoperi deci un domeniu de funcţionare mult mai mare ca elicea cu pas fix, limitat de curba limită a elicei funcţionând cu pas zero (*H ID* 0), curba limită de funcţionare la pas maxim (*// ID* - max) şi curbele limită ale motorului (fig.4,6) Asigurarea unei funcţionări optime a cuplului motor - propulsor şi a realizării unor performanţe superioare de exploatare a navei impune asigurarea unei rezistenţe la înaintare minime atât în proiectare cât şi în exploatare, prin eliminarea cazurilor care conduc la creşterea acesteia, a utilizării fenomenelor hidrometeorologice favorabile şi evitării celor defavorabile, astfel încât să se asigure consumuri minime de combustibil.

Bibliografie

[1]. V.Maier — Mecanica şi construcţia navei
Editura Tehnică, Bucureşti, 1985

[2]. Gh. Iuraşcu, ş.a. — Comandantul de cursă lungă în exploatarea navei maritime
Editura Tehnică, Bucureşti, 1974

[3]. D. Pascale, Th. Asimit — Construcţia şi vitalitatea navei
Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1977

[4]. Gh.Uzunov, I. Dragomir, D. Pascale — îndrumătorul ofiţerului de navă
Editura Tehnică, Bucureşti, 1983

5

MATERIALE, MAŞINI-UNELTE ŞI TEHNOLOGII

5.1. Materiale utilizate în construcţia de maşini

5.1.1. Materiale metalice

Materialele metalice sunt cele mai folosite în domeniul construcţiilor de maşini, datorită proprietăţilor deosebite ale acestora. Cele mai importante proprietăţi ale materialelor metalice sunt prezentate în continuare.

Structura este cristalină, mărimea, forma, compoziţia şi orientarea cristalelor definind structura metalului. Structura este fină atunci când cristalelesunt mici, uniforme şi strâns legate între ele; ea este grosolană când cristalele sunt mari şi neuniforme. Forma şi mărimea cristalelor oricărui metal nu sunt constante ci se modifică în limite foarte largi, în funcţie de tehnologia de prelucrare.

Elasticitatea este proprietatea pe care o are materialul de a-şi relua forma iniţială, atunci când eforturile la care a fost supus şi care l-au deformat temporar, încetează.

Maleabilitatea este însuşirea de a se deforma sub acţiunea forţelor exterioare şi de a-şi păstra noua formă după încetarea acţiunii acestora. Prin încălzire, maleabilitatea materialuluicreşte; la temperaturi ridicate un corp maleabil poate fi adus în stare plastică, (pentru oţel 1 400 °C).

Ductilitatea este proprietatea pe care o are un metal de a putea fi tras în sârmă subţire (cuprul, aluminiul).

Tenacitatea este proprietatea pe care o au metalele de a rezista la rupere alungindu-se până la o anumită limită, atunci când sunt supuse la un efort de rupere; metalele tenace au deci alungiri mari.

Rezistenţa este însuşirea metalelor de ase opune unui efort de deformare sau rupere care trebuie să rupă legătura dintre cristale.

Duritatea este proprietatea corpului de a se opune pătrunderii altor corpuri în masa lor; otelurile speciale călite au o duritate foarte mare faţă de plumb, aluminiu şi cupru.

Fuzibilitatea este proprietatea metalelor de a trece sub acţiunea căldurii, din starea solidă în stare lichidă, la o temperatură anumită care se numeşte *temperatură de topire sau punct de topire*.

Dilatabilitatea este însuşirea pe care o au toate metalele de a -şi mări volumul atunci când sunt încălzite; prin răcire metalele se contractă (îşi micşorează volumul)

Conductibilitatea termică este proprietatea pe care *o* au metalele de a lăsa să treacă căldura prin ele.

Conductibilitatea electrică este însuşirea ce o au metalele de a conduce electricitatea.

Magnetismul este proprietatea oțelurilor și a altor metale de a se raagnctiza și de a atrage metale de aceeași natură.

Rezistența la uzură este însușirea pe care o are un metal de a rezista la frecare, în general, cu cât duritatea unui metal este mai mare cu atât crește rezistența sa la uzuri.

Fluajul este proprietatea metalelor de a se deforma leat și continuu, sub acțiunea unor sarcini constante.

Metale feroase. Dintre materialele metalice, cea mai largă răspândire o au metalele feroase, respectiv fontele și oțelurile.

Fontele sunt aliaje ale fierului cu carbonul, cu un procent de carbon de peste 1,7% și cu alte elemente ca: siliciu, mangan, sulf și fosfor.

Fontele se clasifică în:

Fonte brute (SR EH 10001:1993) sunt produse obținute în furnal prin reducerea minereurilor de fier. Ele servesc la fabricarea oțelului și a fontelor turnate în piese;

Fontele turnate în piese se obțin prin retopirea unei unei încărcături formate din fontă brută, fontă și otel vechi, rezultând după turnare piese din *font ă albă sau fontă cenușie* după conținutul de mangan sau siliciu și după modul de răcire.

Fonte maleabile nealiate turnate în piese (SR ISO 5922: 1995) se împart în *fontă maleabilă neagră, fontă maleabilăperlitică, fontă maleabilă albă* - funcție de structura masei metalice de bază, de forma și cantitatea grafitului obținut.

Oțelurile sunt aliaje ale fierului cu carbonul în procente de 0,04- 1,7. Cu cât conținutul de carbon este mai mare, cu atât oțelul este mai dur. Oțelul cu 0,05 - 0,3 carbon se numește *ore! moale* oțelul cu 0,3 - 0,6 carbon are o duritate medie șise numește *oțel semidur*, iar oțelul cu 0,6 1,7 carbon este *oțelul dur*. Oțelul cu un conținut de carbon sub 0,3 nu se călește. Când oțelul are mai mult carbon își schimbă prin călire proprietățile. Oțelul fără conținut de elemente speciale se numește oțel carbon dacă conținutul în elemente uzuale (siliciu,mangan etc.) nu depășește procentele obișnuite. Dacă la fabricarea oțelului se mai introduc și alte elemente. (crom, nichel, wolfram, vanadiu, cobalt etc.) se obțin calități mecanice, fizice și chimice deosebite: oțelul astfel obținut se numește *oțel* aliat.

Siliciul și manganul introduse intenționat în oțel contribuie la mărirea rezistenței la rupere, a durității și elasticității. Oțelul conține de obicei până la 0,35% siliciu și până la 8% mangan. în cazurile când se depășesc aceste conținuturi, manganul și siliciul se consideră elemente de aliere - deoarece oțelurile astfel obținute au proprietăți speciale.

Fosforul și sulful sunt dăunătoare oțelului, deoarece primul îl face fragil chiar la temperaturi normale, iar al doilea la temperaturi ridicate, producând fisuri.

Metale d aliaje neferoase. Materialele metalice, altele decât fierul și aliajele acestuia se consideră materiale neferoase. Materialele neferoase cu greutatea specifică mai mică decât 3,8 daN/dm^3 , se consideră metale grele.

Cuprul (Cu) are culoarea roșiatică, cu lucia strălucitor; este foarte maleabil, ductil și conduce bine electricitatea și căldura. Punctul de topire este de 1083 °C.

Cuprul se fabrică sub formă de *cupru electrolitic (* pentru conductori electrici și aliaje) și *cupru rafinat(* pentru bare, table, benzi, țevi și pentru piese turnate).

Cuprul se folosește și sub formă de aliaje cu cositorul (bronz), *cu* zincul (alamă), cu nichelul, aluminiul, plumbul etc.

Aluminiul(Al) are o culoare argintie și este foarte moale. Se topește ia 637° C; este

foarte maleabil și are o **conductibilitate termică** și electrică mare. Se prelucrează ușor **prin așchiere** și presare.

Prin difuziunea aluminiului la temperaturi înalte în **stratul superficial** de la **suprafața pieselor** din alte metale - operație **numită *alitare*** - se obține protecția acestora la coroziune.

Amestecul **termit** compus din praf de aluminiu și oxid de fier este folosit la **sudarea** pieselor metalice prin procedeul **aluminotermiei.**

Aluminiul se folosește **deasemenea** la elaborarea diferitelor aliaje **(Al-Cu-Mg, Al-Cu-**Ni, **Al-Mg-Si** etc.)

Zincul **(Zn)** este un metal de culoare albă cu nuanță **albăstruie.** Se topește la 419° C; este casant până la temperatura de 100° C și peste 150° C; între aceste temperaturi **este** maleabil și poate fi laminat în **foi.** Deși se oxidează, zincul se folosește în **zincarea** țevilor și sârmelor de **oțel,** stratul de **oxid** de zinc ce se formează împiedicând pătrunderea coroziunii la metalul de bază. Zincul se folosește și la elaborarea aliajelor neferoase (Cu-Zn, **Zn-Al, Zn-Al-Cu)** cel mai important aliaj fiind alama (Cu-Zn).

Cositorul (Sn) are o culoare **alb-argintie** cu o nuanță puțin gălbuie; se topește la 232° C. Este maleabil și ductil putând fi laminat în foi foarte subțiri. Cositorul nu este atacat de **agenții corozivi** atmosferici și de acizii organici diluați; este atacat însă puternic de baze și de acizi sulfuric și **azotici.** Cositorul se folosește pentru acoperirea de **protecție** a metalelor oxidabile (cositorire) și **pentru** obținerea aliajelor ca bronzurile (**Cu-Sn),** aliaje antifricțiune pentru lagăre și aliaje pentru lipit (**Sn-Pb)**

Plumbul **(Pb)** are un aspect lucios și o culoare cenușie albăstruie; plumbul pur se topește la 326° C. Este rezistent la acțiunea corozivă a multor acizi și în special a **acidului sulfuric** ceea ce îl face apt **pentru construcția** acumulatoarelor electrice. Plumbul se poate lamina în table. Este folosit în **aliaje** cu **antimoniu,** cositor **etc.**

Antimoniul (stibiu-Sb) are **un** luciu metalic viu și este foarte casant. Se folosește în aliajele cu punct de topire coborât și aliaje antifricțiune pentru lagăre **(Sb-Sn-Pb).**

Aliaje cupru-cositor (STAS 197/2-**83)** numite și *bromuri* pot avea **în compoziția** lor și alte elemente de aliere ca zinc și plumb.

Simbolul lor cuprinde simbolul **elementelor constructive** principale și numere care indică procentual, conținutul de cositor și conținutul **principalelor** elemente de aliere. Modul de turnare este specificat **prin literele** *N* (**turnate** în forme **obținute** în amestec de **turnare),** *C* (turnare în forme metalice), *F* (turnate **centrifugal)** , *TC* (**turnate continuu).**

Aliaje cupru- aluminiu (STAS 198-8**6)** sunt **aliaje** care conțin un procent de 7-11% aluminiu; se mai numesc și *bronzuri de aluminiu.*

Ele pot avea și alte **elemente** de aliere ca Fe,Mn, Ni și se utilizează pentru **piese turnate.**

Simbolul mărcii cuprinde literele Cu Al urinate de conținutul **mediu,** în **procente,** de aluminiu, **simbolurile** elementelor de aliere (dacă **există)** și **litera** *T* (turnat).

Aliaje cupru-zinc (STAS **95-90)** se numesc *alame,* dacă conținutul în cupru este până la 72% sau **tombacuri** dacă acesta depășește 80%.

Aliajele de cupru-zinc se împart în : aliaje obișnuite cu simbolul Acu, urmat de un număr care indică **conținutul mediu** de cupru **(în procente),** aliaje speciale care **ausimbolulAmx** și aliaje **destinate** țevilor de condensatoare care se simbolizează cu **simbolul** aliajelor speciale **Amx,** urmat de simbolul elementului de aliere **principal** (Sn sau Sb).

Aliaje de aluminiu (STAS 201/2-80) MărciJe aliajelor de aluminiu se simbolizează în funcție de felul turnării, elementul principal de aliere și compoziția chimică, prin grupurile de litere ATN pentru aliajele turnate în amestec de formare, ATC pentru aliaje turnate în cochilă șI ATP pentru gtupa de aliaje turnate sub presiune, urmate de simbolurile chimice ale elementelor componente șI conținutul mediu în procente al fiecăruia, în ordinea descrescătoare a acestora cu excepția aliajului provenit din recuperări, ATO, ia care nu se precizează elementele componente.

Principalele aliaje de aluminiu sunt: duraluminiul (durai) (care conține 92-96% aluminiu, 3,5-4,5% cupru, 0,4-0,5% magneziu și 0,3-0,75% mangan); siluminiul (corespunzător aliajului ATSi12) si electronul (care conține 4% aluminiu, 3% zinc, 0,2-0,5% mangan și restul magneziu). Datorită calităților lor speciale de rezistență și a greutății reduse ele se foîosescîn special în industria aeronautică, de automobile și construcțiile de nave mici și rapide sau speciale (vedete rapide, nave de agrement, vehicule pe pernă de aer, ecranplane, nave pe aripi portante).

5.1.2. Materiale nemetalice

Materialele nemetalice au căpătat o largă răspândire în industrie datorită calităților lor deosebite privind rezistența la agenții corozivi, proprietăților izolante, costul relativ redus, greutăți mici precum și tendința de a se economisi materiale metalice.

ÎIa construcțiile navale aceste materiale se utilizează în special în instalațiile cu tubulaturi, atât pentru realizarea tubulaturii propriu zise (instalații sanitare și instalații de înaltă presiune) cât și pentru izolații sau etanșări.

5.1.2.1. **Materiale anorganice.** Dintre materialele anorganice, cel mai utilizat este azbestul datorită calităților sale ignifuge și greutății specifice relativ reduse. El are o conductibilitate termică și electrică redusă, o burtă elasticitate și stabilitate termică fiind folosit sub formă de fire, snururi, țesături, până b temperatura de 500° C.

Ca material de garnituri este folosit simplu sau ta umpluturi de etanșare impregnant cu substanțe hidrofobe și antifricțiune (azbest-grafit), ca umpluturi minerale sau cauciuc (klingherit, paronit) sau cu inserții textile saw metalice. Este des întâlnit la confecționarea izolațiilor termice.De asemenea componenții uzuali pentru izolațiile termice sunt și *diatomita, mica, magnezita.*

Produsele ceramice sunt corpuri constituite din silicați și oxizi metalici cristalizați în proporție mare. Ca materii prime pentru realizarea produselor ceramice se folosesc în general argila crudă, argila arsă și feldspatul.

Principalele produse ceramice sunt:

a. *Materiale refractare* naturale sau artificiale care se folosesc la captușirea focarelor căldărilor si a conductelor ce lucrează la temperaturi ridicate. În funcție de tipul căptușelii și al temperaturii de lucru se fac căptușiri cu produse silicioase (silica), silico-aluminoase, corindonice, magneziene, carbonice etc.

b. *Sticla* se utilizează ca material pentru conductele de laborator, pentru sticlele de nivel și vizoarele tancurilor instalațiilor navale Sticla cea raai frecvent utilizată este cea pe bază de silicați obținută prin topirea nisipului SiO_2 , în amestec cu substanțe ce conțin oxizi ai metalelor alcalino-pământoase. La temperaturi cuprinse între 70-90 ° *C* se folosește sticla termostabilă pe bază de silicat de bariu. ta cazul în care se cere o mare stabilitate termică și chimică { rezistență *la* acizii minerali și organici) se utilizează sticla pe bază de cuarț obținută îa stare amorfă prin topire.

c. *Emailurile* sunt mase sticloase obţinute prin topirea rocilor naturale (nisip, argilă, feldspat) împreună cu diferiţi fondanţi (borax, sodă) şi cu substanţe auxiliare ce le conferă aderenţă faţă de materialul de bază precum şi coloraţia specifică; sunt utilizate pentru protecţia anticorozivă a metalelor fiind stabile la acţiunea acizilor minerali şi organici, a unor gaze şi a alcoolurilor.

5.1.2.2. Materiale organice. Materialele organice sunt substanţe macromoleculare, rezistente la agenţii chimici şi având proprietăţi tehnologice superioare materialelor anorganice.

Dintre materialele organice cea mai mare răspândire o au masele plastice şi lacurile care sunt compuse în general, dintr-un liant organic şi de Ia caz la caz, din materiale de umplutură, plastifianţi, stabilizatori, coloranţi etc.Ca materie primă pentru masele plastice şi lacuri se folosesc răşinile fenolformaldehidice.

Dintre masele plastice şi lacuri, cele mai folosite sunt:

a. *Lacul de bachelită* care se prepară prin dizolvarea răşinii rezolice deshidratate, în alcool etilic la 50° C; se utilizează mai ales sub formă de peliculă penl ı protecţia anticorozivă rezistentă la acizii minerali şi soluţii de săruri până la 100° C;

b. *Faolitul* este un material plastic pe bază de răşină fenolformaldehidică rezolică, cu umplutură de azbest sau azbest-grafit. Reţeta amestecului şi proprietăţile sale depind de natura substanţei de umplutură şi de forma produselor ce urmează a fi realizate. Faolitul se prelucrează la cald prin tăiere cu cuţitul sau prin presare, putând fi modelat îa presiuni mici; întărit poate fi prelucrat uşor prin aşchiere; poate fi încleiat cu ajutorul chitului de faolit cu priză la rece. Are o bună stabilitate chimică la acizi şi gaze corozive.

c. *Textolitul* este un material plastic stratificat obţinut prin presarea unor ţesături impregnate cu răşini fenolformaldehidice. Ţesăturile pet fi din bumbac, azbest sau sticlă.

Fiind stratificat textolitul este un material anizotrop; la cald se presează bine, iar *h* rece se prelucrează uşor prin aşchiere. Se utilizează în special ca elemente de etanşare ia maşinile hidraulice (segmenţi pentru pompele cu piston, bucşe, garnituri).

d. *Policlorura de vinii* (PVC) este un produs de plastifiere termică (160-180 ° O a răşinii perclorvinilice cu stabilizatori, plastifianţi şi alto adaosuri. Este rezistentă la acţiunea chimică a acizilor şi bazelor precum şi a unor soluţii ds săruri, cu excepţia celor puternic oxidante. Se prelucrează la cald prin presare, ştanţare, extruziune, iar la rece prin aşchiere. Se lipeşte şi se sudează la 180 - 200 ° C; îşi păstrează calităţile mecanice pînă aproape de -20° C când devine casantă.

e. *Polistirenul* este un material transparent, sticlos, rezistent la acţiunea soluţiilor concentrate de acizi şi baze, alcooli, hidrocarburi parafinice şi naftenice dar nerezistent la acţiunea hidrocarburilor aromatice clorurate, esteri,cetone. Se toarnă prin injecţie sau poate fi presat 170°C şi 50 -180 daN/cm^2. Se prelucrează mecanic, se sudează şise lipeşte cu clei special. Se poate aplica pe suprafeţe şi prin pulverizare.

f. *Polietilena* rezistă la acţiunea acizilor si bazelor; are tendinţă de oxidare. Produsele se obţin prin injectare sau sudare în gaz inert (N_2 la 300 °C).

g. *Politetrafluoretilena(teflonul)*este o substanţă asemănătoare îa aspect cu ceara; se caracterizează prin marea sa stabilitate chimică şi bune proprietăţi tehnologice de prelucrare; are deasemenea o bună stabilitate termică şi proprietăţi antifricţiune.

h. *Cauciucurile* reprezintă amestecuri de cauciuc natural (polimer al **izoprenului)** sau sintetic, cu sulf în proporţii variabile, în care se mai adaugă acceleratori de vulcanizare, activatori, **emolienţi,** inhibitori de îmbătrânire, coloranţi.

Reţetele de fabricaţie depind de produsele ce urmează a fi confecţionate şi de condiţiile de lucru în care urmează să lucreze, din care cauză proprietăţile lor **fizico-chimice** variază în limite largi; prin folosirea unor reţete speciale, unele proprietăţi fizice sau chimice pot **fi** sensibil îmbunătăţite. Cauciucurile simple sau cu inserţie se folosesc ca **garnituri,** alte elemente de etanşare **(bucşe, simeringuri,** burdufuri) sau ca tuburi flexibile (la presiuni mari cu inserţii textile sau metalice).

i. *Ebonită* este preparată din cauciuc cu un procent mare de sulf care o face rigidă. Ebonită are bune calităţi **izolante** şi o stabilitate termică ridicată, fiind în schimb **casantă.**

în afara materialelor menţionate, în instalaţiile navale se utilizează şi alte materiale ca de exemplu cartonul, **pâsla,** vata **minerală,** pluta, **cânepa,** iuta. Gama materialelor folosite este foarte mare ea **legându-se** continuu odată cu **apariţia** de materiale noi cu performanţe superioare.

5.1.3. Alegerea materialelor

Alegerea materialului cel mai adecvat pentru realizarea unei piese este deosebit de **importantă.** Dezvoltarea actuală a construcţiilor mecanice impune utilizarea celor mai adecvate materiale astfel încât pentru unele maşini sau instalaţii acesta a devenit o problemă de **imortanţă** capitală **(de** exemplu pentru turbinele cu gaz, turboreactoare **etc.).**

La alegerea materialului trebuie să se ţină seama de o serie de factori ca proprietăţile materialelor, mărimea piesei, modul de fabricaţie, posibilităţile **de** aprovizionare, condiţiile în care va lucra piesa **respectivă.** în general, la alegerea materialului trebuie să se ţină seama de următoarele elemente:

- solicitările şi condiţiile specifice de funcţionare a piesei (solicitări termice, mecanice, coroziune **etc.);**
- caracteristicile şi proprietăţile materialelor adecvate a fi folosite în cazul considerat (caracteristici mecanice, proprietăţi fizico-chimice, proprietăţi structurale, **proprietîţi** tehnologice).

Alegerea materialului trebuie să se conducă în primul rând la alegerea unor materiale standardizate ca profile, ţevi, table, şuruburi, **ştifturi,** pene etc.

în cazul exploatării navale se pune de regulă problema recondiţionăm sau înlocuirii unor piese sau **subansamble** defecte a căror material este în general **necunoscut.** în condiţii de navigaţie maritimă când sursele de aprovizionare imediată lipsesc, va trebui să se aleagă dintre materialele existente la bord pe cele care pot **asigura,** în condiţii corespunzătoare, înlocuirea piesei defecte. Este deci de mare importanţă cunoaşterea materialelor şi a posibilităţilor de folosire astfel încât să se asigure stocurile necesare din fiecare tip de material în conformitate cu necesităţile bordului.

în aprovizionarea cu materiale a navei se vor alege de regulă materiale care să corespundă unor scopuri diverse, **preferându-se** materialele cu calităţi superioare care pot înlocui la nevoie şi materialele de calitate **inferioară,** mai ales atunci când există incertitudini asupra materialului din care e confecţionată piesa.

în ceea ce priveşte utilizarea diverselor materiale, există anumite recomandări care pot **fi** utile pentru alegerea acestora.

în tabelele 5.1 şi 5.3 sunt prezentate principalele indicaţii de utilizare a oţelurilor, iar tabelul 5.2 elemente referitoare la **sudabilitatea** oţelurilor.

în tabelele 5.7 și 5.8 sunt date indicații asupra utiilizării unor materiale nemetalice ca elemente de etanșare pentru instalațiile cu tubulaturi de la bordul navelor.

Tabelul 5.1. Indicații de folosire a oțelului de uz general pentru construcții

Calitate	**Caracteristici** speciale	îmbunătățiri
OL 00 OL32	-	Pentru construcții fără importanță. Exemplu: parapete, pentruscări, poduri etc.
OL 34	**Sudabil**	Tablă subțire, nituri, piese brute fără prelucrare, care nbu vor fi tratate termic și care trebuie garantată o anumită rezistență de rupere. Sudabil după toate procedeele.
OL 37	**Cementabil** și **sudabil**	Profile oțel-beton; piese de construcție care trebuie să fie tenace, de exemplu:șuruburi, axe, inele de strângere; piese obișnuite, pârghii, dispozitive etc; piese care urmează a fi cementate, de exemplu: bolțuri, cepuri, bucșe etc.
OL 42	încă **cementabil,** greu sudabil	Piese supuse la solicitări alternative nu prea mari: tije, arbori cotiți, manivele. Piese în mișcare de importanță redusă, de exemplu : axe care nu sunt supuse la uzură mare. Piese cu rezistența mai mare decât cele indicate la OL 37. Piese presate, pinioane puțin solicitate, piese filetate, roți dințate frontale.
OL 50	**Necementabil,** greu sudabil	Piese de mașini supuse la solicitări mari de exemplu: axe, arbori cotiți, biele, pârghii de comandă, manivele, fusuri, precum și pentru piese trebuind să aibă o duritate naturală (adică fără tratament termic), de exemplu: bolțuri, arbori, șuruburi speciale, roți dințate necălite puțin solicitate, inele filetate etc.
OL 60	**Călibil,** se poate **îmbunătăți**	Pentru piese ca OL 50, însă supuse la solicitări mari, mai ales pentru piese cu dimensiuni mici și greutate redusă, de exemplu: pinioane, șuruburi fără sfârșit. Piese cu presiune pe suprafețe: știfturi, pene, axe pentru prese etc.
OL 70	Călibil, se poate îmbunătăți	Pentru piese cu o anumită duritate naturală, de exemplu: piese de distribuție necălite, piese mult solicitate, însă ffră solicitări alternante. Pentru scule cu duritate naturală, de exemplu: matrițe de forjă dornuri de presat etc.

Tabelul 5.2. **Indicații** asupra **sudabilității** principalelor oțeluri de construcție

Denumirea	Marca	Conținutul de carbon %	Rezistența de rupere *la* tracțiune R_m daN/mm^2	Starea de **livrare**	**Sudabilitatea**
Oțeluri - carbon obișnuite pentru construcții metalice, obținute prin forjare sau laminare STAS 500	OL 32	0,15	32 - 40	Laminat	Bună
	OL 34	0,09 - 0,17	34 - 42	Idem	Bună
	OL 37	0,9 - 0,25	37 - 45	Idem	Bună
	OL 42	0,25 - 0,31	42 - 50	Idem	Bună
	OL 50	0,30	50 - 62	Idem	Satisfăcătoare
	OL 60	0,40	60 - 72	Idem	Limită
	OL 70	0,50	min. 70	Idem	Rea
Oțeluri carbon de calitate pentru construcții mecanice, obținute prin forjare sau laminare STAS 880-88	OLC 10	0,07 - 0,13	rain. 35	Normalizat	Bună
	OLC 15	0,12 - 0,18	min. 39	Idem	Bună
	OLC 20	0,17 - 0,24	min. 42	Idem	Bună
	OLC 25	0,22 - 0,29	min. 46	Idem	Bună
	OLC 35	0,32 - 0,39	min.54	Idem	Satisfăcătoare
	OLC 45	0,42 - 0,50	min. 62	Idem	Limitată
	OLC 50	0,47 - 0,55	min. 65	Idem	Rea
	OLC 55	0,52 - 0,60	min. 68	Idem	Rea
	OLC 60	0,57 - 0,65	min. 71	Idem	Rea

Tabelul 5.2(continuare)

Denumirea	Marca	Conținutul de carbon %	Rezistența de rupere la tracțiune R_m daN/mm²	Starea de livrare	Sudabilitatea
Oțel - carbon destinat tablelor groase de cazane și recipiente sub presiune pentru temperatură ambiantă și ridicată STAS 2883/3-88	K 41 K 47 K 52	0,22 0,22 0,24	41 - 50 47 - 56 52 - 62	Laminat Idem Idem	Bună Bună Bună
Oțel - carbon pentru țevi fără sudură de uz general	OLT 35 OLT 45 OLT 65	0,09 - 0,16 0,17 - 0,24 0,40 - 0,50	35 45 65	Normalizat Idem Idem	Bună Bună Bună

Tabelul 5.3. **Indicații de utilizare a oțelului rezistent la coroziune și refractar** (STAS **3583-87**)

Marca	întrebuințarea	Caracteristici	Observații
12 Cr 130	Piese cu plasticitate mărită care se supun solicitărilor de șoc (ventile pentru piese hidraulice, palete pentru turbine cu abur și turbine hidraulice, articole pentru uz casnic, tije de piston), produse care se supun presiunii mediilor	Rezistent în medii care conțin sulf. Temperatura la care începe oxidarea intensă -750° C. Temperatura de lucru sub sarcină 500 ° C cu funcționare de foarte lungă durată.	Rezistența maximă contra coroziunii se obține prin tratament termic (călire și revenire) și prin lustruire.
20 Cr 130	slab agresive la o temperatură de max. 300 ° C (depuneri atmosferice, soluții apoase de săruri ale acizilor organici, acid azotic, tuburi, piese pentru cazane)	Temperatura începutului oxidării intense 750° C. Temperatura de lucru sub sarcină 500° C cu funcționare de foarte lungă durată.	
30 Cr 130	Scule de tăiere, scule de măsurat, instrumente chirurgicale, arcuri, ace de carburator, utilaj petrolier, articole de uz casnic		Se întrebuințează călit și revenit la temperaturi joase. Prin șlefuirea și lustruirea suprafeței se obține o duritate mărită
40 Cr 130	Oțeluri suficient de rezistente în condițiile de acțiune a apei, aburului și atmosferei de soluții apoase ale sărurilor acizilor de concentrație slabă, la temperatura de maximum 300 °C		
12 NiCr 180	Rulmenți cu bile de mare duritate pentru utilaj petrolier, cuțite de calitate superioară, bucșele, piese de supuse la uzură mare sub acțiunea mediilor corozive (scaune de supape, cochile și ajustaje pentru turnare sub presiune etc.)		Se întrebuințează după călire și revenire.

Tabelul 5.4. **Caracteristicile mecanice ale bronzului cu aluminiu turnat în piese** STAS (**198/2-91**)

Denumire	Marcă	Rezistența de rupere la tracțiune kgf/mm² min.	Indicații de utilizare
Bronz cu aluminiu obișnuit(binar) pentru turnătorie	CuAl 9 T	34 - 39	Rezistent la coroziune și la acțiunea apei de mare. Piese turnate pentru industria chimică și alimentară; armături

Tabelul 5.4 (continuare)

Denumirea	Marca	Rezistența de rupere la **tracțiune** **kgf/ mm² min.**	Indicații de utilizare
Bronz cu aluminiu cu adaos de fier pentru turnătorie	**CuAl 9 FeT**	40	**Rezistent** la coroziune și la acțiunea apei de mare. Piese turnate pentru locomotive; armături
	CuAl 10 FeT	44 49	Rezistent la coroziune și la acțiunea apei de mare. Piese turnate pentru construcții navale, pentru industria chimică și alimentară, în special pentru armături rezistente la acizi și având rezistență mecanică mare.
Bronz cu aluminiu cu adaos de fier și nichel pentru **turnă-torie**	**CuAl** 9 Fe 5 Ni 5 T	54 64	Rezistență mecanică ridicată și rezistență bună la **acțiunea** apei de mare și a acizilor. Piese turnate pentru industria chimică, **alimentară,** petrolieră, minieră și de construcții navale; roți dințate, melci și roți **melcate,** armături pentru abur supraîncălzit, piese de uzură, saboți de alunecare; **elici** navale.
Bronz cu aluminiu cu adaos de **mangan** pentru turnătorie	**CuAl 10 MnT**	14 49	Rezistent la coroziune și apă de mare. Armături, piese mărunte, piese supuse la eforturi mecanice; roți dințate, melci și roți melcate; piese pentru industria chimică.

Tabelul 5.5. Indicații de utilizare a aliajelor **cupru-zinc (alame)**

Tipul alamei	Denumirea	Simbol	Prelucrări admise	Utilizări și forme de livrare
Alame binare	Tombac 96	Am 96	Deformare plastică la cald și rece	Țevi de radiatoare
	Tombac 90	Am 90		Table și benzi pentru obiecte emailate
	Tombac 85	Am 85		Table, benzi
	Alamă 72	Am 72		Table, benzi
	Alamă 70	Am 70		Table, benzi, **bare, sârmă,** profile, țevi și țevi pentru **condensoare**
	Alamă 63	Am 65		Table, benzi pentru **utilizări** speciale, sârmă etc.
Alame plumboase	Alamă 60	Am 60	Presare la cald, forjare, îndoire ușoa-ră, tragere	Bare sârme, table și țevi pentru scopuri diverse în special pentru plăci de condensoare și radiatoare
	Alameă 58	Am 58	Presare la cald, for-jare, prelucrare la strung	Bare pentru șuruburi, piese **strunjite,** profile pentru electrotehnică
Alame speciale	Alamă specială 1	**AmX 1**	Presare la cald, forja-re, prelucrări la strung	Bare, profile, elemente presate, țevi brute, elemente de construcție cu solicitări mari
	Alamă specială 2	**AmX 2**		
	Alamă specială 3	**AmX 3**		Bare pentru bucșe și lagăre
	Alamă specială 4	**AmX 4**		Bare pentru bucșe, scaune de ventile, fusuri, inele, colivii de **rulmenți**
	Alamă cu Sb pen-tru țevi de con-densatoare	**AmX Sb**	Deformare plastică la cald **și** la rece	Țevi și plăci de condensoare și schimbătoare termice
	Alamă cu Sn pentru țevi de condensatoare	**AmX Sn**		

Tabelul 5.6. **Indicații** pentru alegerea materialului **cuzinetului**

Lagărul destinat **pentru:**	Valori maxime **admisibile**			**Materialul** cuzinetului	Raportul **B/D**
	v, **m/s**	**p,daN/cm**	Fusului		
Transmisii	3,00	3	OL	Fc A **STAS** 6707-79	
	1,50	40	OL	Fc A STAS 6707-79	
	6,00	5	OL	Y-Sn 80 **STAS** 202-73	
	2,00	15	OL	Y Sn S3 STAS 202-73	
	6,00	100	OL	CuSn **14(N)** STAS **197/2-76**	**1** ... 2
funcționare	**0,50**	6	OL	Material plastic	
continuă	0,15	20	OL	Material **plastic**	
funcționare	1,00	6	OL	Material plastic	
intermitentă	0,15	400	OL	Material plastic	
Mașini-unelte	20 ... 50		OL	**CuPb** 5 Sn 10 STAS 1512-75; Fc A **STAS** 6707-79	**1,2 ... 2**
	6,0	150	OL	CuPb 5 Sn 10 STAS 1512-75	
Mașini de **ridicat**	**1,5**	60	OL	Fc A STAS 6707-79	0,8 ... **1,8**
(**roți** și **tamburi)**	**2,5**	120	OL	CuSN 14 N STAS **197/2-76**	
	2,0	12	OL călit	Material plastic	
Mașini electrice					
n ≤ 1500 rot/min	10	12	OL	**Y-Sn** 83 STAS 202-73	**0,8 ... 1,5**
n> **1500 rot/min**	10	7	OL	Y-Sn 80 STAS 202-73	
Motoare cu ardere internă arbore **cotit,**	**55** ... 130		OL	CuPb 5 Sn 10 STAS 1512-75	0,45 ... **0,90**
bielă, maneton	**125 ... 250**		OL	CuPb 5 Sn 10 STAS 1512-75	**0,50** ... 0,80
Turbine	60	8	OL	Y-Sn 80 STAS 202-73	0,8 ... **1,25**
cu abur	60	15	OL călit	CuPb 5 Sn 10 STAS 1512-75	0,8... 1,25
cu gaze	60	15	OL **călit**	CuPb 5 Sn 10 STAS 1512-75	**1,25 ... 2**
Mașini cilindrice					
n ≤ 1500 rot/min	10	12	OL	Y-Sn 83 STAS 202-73	**0,8 ... 1,5**
n> 1500 rot/min	10	7	OL	Y-Sn 80 STAS 202-73	
Mașini cu piston:				Y-Sn 83 STAS 202-73 sau	
lagăre pentru	2,5	90	OL	CuPb 5 Sn 10 STAS 1512-75	1,00
fusuri	33	35	OL	Idem	1,40
lagăre pentru bielă și	3,5	75	OL	Idem	0,85
maneton	**3,5**	45	OL	Idem	1,00

Observație: Raportul *B/D* este raportul între lungimea fusului *B* și diametrul **acestuia,** *D.*

Tabelul 5.7. Materiale pentru garnituri utilizate la etanșarea dintre flanșe și condiții de folosire ale acestora

Materialul garniturii	Mediul	**p,daN/cm²**	**t,°C**
Carton	**Apă,soluții** neutre	10	40
Carton impregnat cu ulei de in	**Apă,soluții** neutre	10	120
Klingherit	Abur	50	450
	Aer, gaze și vapori neutri	50	450
	Produse petroliere necorosive	75	100
	Amoniac, soluții diluate de acizi sau baze	40	300
Klingherit **antiacid**	Vapori și gaze oxidante	25	300
Cauciuc	Apă, soluții neutre	3	30
	Aer, gaze, vapori necorosivi	3	30
	Soluții diluate de acizi și baze	3	30
Cauciuc cu inserții textile	Idem	6	60
Cauciuc **termostabil** cu inserții textile	Idem	10	150
Azbest antiacid	Solvenți organici	20	300
	Hidrocarburi, gaze, vapori corosivi: **Cl,** SO_2	6	300
	Acizi minerali concentrați și diluați: H_2SO_4, **Hcl,** HNO_3.	6	100

Tabelul 5.7(continuare)

Materialul garniturii	Mediul	p,daN/cm²	t,°C
Policlorura de vinii	Gaze, vapori corosivi	6	50
	Soluții de acizi și baze	6	50
	Produse petroliere	40	60
Azboalu uniu	Abur		
	Aer, gaze, vapori neutri	100	300
	Produse petroliere necorosive		450
Azbest cu înveliș din oțel carbon	Abur		450
	Aer, gaze, vapori neutri		
	Acid sulfuric concentrat	100	50
	Soluții de baze, amoniac		450
	Produse petroliere necorosive		450
Azbest cu înveliș din oțel aliat	Vapori și gaze corosive	150	450
Oțel carbon (cu conți-nut redus de carbon)	Abur		475
	Aer, gaze, vapori necorosivi		475
	Acid sulfuric concentrat	64-400	50
	Soluții bazice, amoniac		550
	Produse petroliere necorosive		475
Oțel aliat	Abur		
	Gaze și vapori neutri sau corosivi	64-400	550
	Produse petroliere corosive sau necorosive		

***Tabelul** 5.8.* **Materiale pentru garnituri utilizate la etanșarea dintre tijă și capac**

Materialul sau denumirea garniturii	Caracteristici			Observații
	Moale Tare	**Secțiunea**	Tipul	
Cânepă, iută, in, impregnate cu seu sau cu pastă **antifricțiune**	Moale	Rotund cu 04-50 mm; pătrat cu latura de 8 - 50 mm	Șnur **împletit:** - cu un **toron;** -cu mai multe **toroane** - împletitură cu multe fire	Se folosește **la: apă, aer,păcură,** ulei și alte **fluide** care nu atacă fibra sau **lubrifiantul, până** la p_n= 160 **daN/cm²** și t_{max} = **100°C.** Se **întâlnește la** cutii cu **etanșare.** în toate cazurile, garniturile cu un toron se folosesc până la presiunea de 10 **daN/cm²**
Bumbac impregnat cu seu sau cu pastă antifricțiune	Moale	Rotundă	Șnur împletit: - cu un toron; - împletitură cu multe fire	Se folosește: la aer, păcură, ulei, motorină la presiunea maximă de 200 **daN/cm²** și temperatura maximă de 100 **°C.** Se utilizează ca garnitură uscată pentru apă potabilă, acolo unde igienic nu se recomandă alte ingrediente. Se întâlnește la cutii de etanșare.
Azbest uscat	Moale	Rotundă cu 0 5-50 mm pătrat cu latura de 5 - 50 mm	Șnur împletit cu maximum 20% fire de bumbac - cu un toron; - complet împletit -cu mai multe toroane	Se folosește la gaze până la p_n=25 **daN/cm²** și t_{max}=**400 °C.** Se întâlnește la cutii de etanșare. Temperatura limită pentru folosirea azbestului uscat este de 535 ° C; peste aceasta își **pierde** proprietățile mecanice
Azbest impregnat cu seu sau pastă antifricțiune, gra-fitat și lubrifiant	Moale	Rotundă cu 08- 50 mm; pătrat cu latura de 8 - 50 mm	Șnur împletit cu **maximm** 20% fire de bumbac - cu un toron; - cu mai multe toroane; - împletitură	Se folosește la apă, fluide necorosive, gaze, abur, produse petroliere până la presiunea de 40 daN/cm² și temperatura de 300° C. Se întâlnește la cutii de **etanșare.** îmbibat cu parafină se folosește și la **soluții** acide.

Tabelul 5.8 (continuare)

Materialul sau denumirea garniturii	Caracteristici			Observații
	Moale Tare	Secțiunea	Tipul	
Azbest cu fire de sîrmă cupru moale impregnat cu pastă antifricțiune grafi-tat și lubrifiant. Pe cele 3 fețe inactive ale inelului se învc-lește cu țesătură de azbest cauciucată.	Moale	Pătrată: 13-50mm sau 5- 10 mm	Șnur împletit cu 20% fire de bumbac; împletit cu sârmă moale de cupru: - cu un taron; -cu mai multe toroane	Se folosește la abur, apă, produse petroliere, fluide chimice necorosive pentru azbest și cupru, la presiuni până la 140 daN/cm² și temperatura maximă de 450° C. întâlnit la cutii de etanșare.
Pastă de fibre de azbest grafitat și lubrifianți (ulei de cilindru)	Moale	-	-	Se folosește la garnituri pentru conducte cu mufe pentru apă și abur la p_n = • 20 daN/cm² și t_{max} = 300 ° C; pentru păcură, motorină, uleiuri minerale la t_{max} 120 ° C și p_n = 16 daN/cm². Se întâlnește și la cutii de etanșare fără întreținere în condiții grele de montare.
Țesătură cauciucată	Moale	Pătrată	Inel din țesătu-ră, cauciucat prin presare	Se folosește la garnituri pentru cutii de etanșare pentru apă, soluții de NaCl, CO_2, N_3 etc., la presiunea de 100 daN/cm² și temperatura de 60°C. Pentru aer merge până la presiunea de 250 daN/cm² și temperatura de 40 °C.
Bumbac impregnat cu glicerina în amestec cu săpun neutru	Moale	Rotundă	Șnur împletit - cu un taron; - cu mai multe toroane	Folosit la garnituri pentru cutii de etanșare pentru benzină, petrol lampant etc., până la presiunea de 10 daN/cm² și temperatura de 40° C. La instalațiile și transmisiile hidraulice cu fluid de lucru ulei, glicerina etc., se folosește până la presiunea de 200 daN/cm² și temperatura de 100°C.
Cauciuc	Moale	Rotundă sau pătrată	Inele presate sau decupate din placă de cauciuc	Folosit de orice fluid care nu atacă cauciucul la presiuni până la 40 daN/cm² și temperatura de 60 °C.
Perbunan	Moale	Rotundă sau pătrată	Inele presate	Folosit la temperaturi între -55 °C și 100 °C
Azbest cu o puritate ridicată, armat cu fire subțiri de metal inoxidabil și refrac-tar, rezistr.nt la co-roziune ca Monel, Inconel etc. și lubrifiant cu grafit	Moale	Pătrată cu latura de 6 mm la 25 mm	Șnur împletit cu multe fire impregnat cu grafit	Se folosește până la presiunea de 700 daN/cm² și temperatura de 650 °C, la abur supraîncălzit, gaze fierbinți uscate etc.
Azbest grafitat, înfășurat de 2-4 ori cu foiță de aluminiu presărată abundent cu grafit	Moale	Rotundă cu Ø 2- 3mm; pătrată	Șnur de azbest grafitizat și im-pregnat, acope-rit cu câteva straturi de foiță.	Se folosește la abur supraîncălzit (470-500 °C) și la presiuni până la 100 daN/cm² cu rezultate excelente; este termosabil. Se utilizează și la produse petroliere îmbibat cu ulei special, rezistent la benzină, ulei.
Grafit solzos cu minimum 90% C	Moale, semi-tare, tare	Pătrată	Inele formate din solzi cu liant. Inele presate.	Rezistentă la temperaturi înalte (700-800°C); unge bine tija; nu absoarbe ume-zeală; este coroziv pentru oțel netratat De aceea tijele și bucșele se rectifică și apoi se nitrurează. La garniturile din solzi, jocul admis între tijă și capac este de max. 0,1 mm pe diametru. Garniturile inelare presate după strângere se sfărâmă, asigurând astfel o etanșare bună. Peste 550°C sunt cele mai recomandate.

5.2. Maşni - unelte

Maşinle-unelte sunt maşini de prelucrare prin aşchiere (strunguri, maşini de **burghiat,** maşini de **mortezat,** maşini de **rabotat,** maşini de **lustruit . etc.)care** determină dimensiunile pieselor precum şi calitatea suprafeţelor prelucrate.

Tabelul 5.9. Maşini - unelte. Particularităţi constructive şi funcţionale

Maşina - unealtă	Felul mişcării	Organul care execută mişcarea	Operaţia de prelucrare
Strungul	Rotaţie	Piesa de prelucrat	**Strunjire**
Maşini de burghiat	Rotaţie	Burghiul	**Burghiere**
Maşini de zencuit (strunguri, maşini de găurit)	Rotaţie	Piesa (pentru strunguri) Burghiul (pentru maşini de găurit)	Operaţii de **zencuire:** lărgire, adâncire, **teşire, lamare** şi centrare.
Maşini de alezat Maşini de găurit Strunguri	Rotaţie	Cuţitele (pentru maşini de alezat) Burghie (pentru maşini de găurit) Piesa pentru strunguri	**Alezare**
Maşini de filetat	Rotaţie	Piesa de prelucrat	**Filetare**
Maşini de frezat	**Rotaţie**	Freza	**Frezare**
Maşini de rabotat	Translaţie	Piesa de prelucrat	**Rabotare**
Maşini de mortezat	Translaţie	Cuţitul	**Mortezare**
Maşini de rectificat	Rotaţie	Piatra de rectificat	Rectificare
Maşini de broşat	**Translaţie**	Sculă de **broşat(** broşa)	**Broşare**
Maşini de **lepuit**	Rotaţie	Scula de lepuit	**Lepuire**
Maşini de **honuit**	Rotaţie şi trans-laţie	Scula de honuit	**Honuire**

Tabelul 5.10. **Clasificarea strungurilor**

Criteriul	Tipurile de strunguri
Domeniul de utilizare	Strunguri normale ; Strunguri speciale
După poziţia axei de rotaţie	Strunguri **orizontale(** paralele) Strunguri verticale (carusel) Strunguri cu axa înclinată
După dimensiunile pieselor	Strunguri mici; Strunguri mijlocii; Strunguri mari; Strunguri foarte mari.
După gradul de precizie	Strunguri de **degroşare;** Strunguri de netezire; Strunguri universale .
După turaţia arborelui principal	Strunguri cu turaţie normală; Strunguri rapide
După principiul fixării şi folosirii sculelor	Strunguri simple; Strunguri revolver
După numărul axelor principale	Strunguri cu un ax: Strunguri cu axe multiple
După felul de fixare a piesei de prelucrat	Strunguri cu vârfuri; Strunguri cu prindere a pieselor în universal; Strunguri combinate
După gradul de automatizare al comenzilor	Strunguri neautomate; Strunguri semiautomate; Strunguri automate
După modul de antrenare	Strunguri cu con în trepte; Strunguri cu cutie de viteze; Strunguri cu acţionare individuală; Strunguri cu acţionare **prin** transmisie intermediară

Tabelul 5.11. **Clasificarea** maşinilor de găurit

După modul dc acționare	Maşini de găurit manuale	Maşini de găurit de banc	
		Maşini de găurit de piept	
		Coarba	
		Vrila	
	Maşini de găurit mecanice	Fixe (Maşina de găurit radială)	
		Portative	electrică
			cu aer comprimat
După poziția axului principal	Verticale (Maşina de găurit cu coloane)		
	Orizontale (Maşina de găurit şI de alezat)		

5.3. Tehnologii

5.3.1. Prelucrări prin aşchiere

Prelucrările prin aşchiere sunt operații de modificare a dimensiunilor piesei prin desprindere de material sub formă de aşchii. Prelucrările prin aşchiere pot fi de degroşare şi de finisare. Prelucrările de degroşare permit obținerea dimensiunilor apropiate ale piesei, rămânând un surplus de materiale care urmează a fi îndepărtat prin prelucrările de finisare care conduc la obținerea dimensiunilor nominale cu toleranțe admise precum şi o anumită calitate a suprafețelor prelucrate.

5.3.1.1. Strunjirea

Se execută pe strung folosind cuțitele de strung. Piesa execută mişcarea principală de rotație, iar cuțitele montate pe sania port-cuțit execută mişcarea secundară de avans. Instrumentele de măsurat folosite sunt: şublere, micrometre, comparatoare, pasametre, fflkurnetre, calibre. Strunjirea poate ti: longitudinală, transversală, frontală, de retezare, prelucrare cu praguri, profilate, filetare interioară, filetare exterioară, conică.

Tabelul 5.12. **Viteze** de **aşchiere pentru** Strunjirea rapidă

Felul prelucrării	Materialul **piesei**	Adâncimea de aşchiere **t**, mm	Avansul **s**, **mm/rot**	Viteza de aşchiere v, **m/min**
Degroşare	Oțel moale şi semidur cu σ_r < 70 daN/mm^2	5 - 10	0,5 - 1	240 - 120
	Oțel dur cu σ_r > 70 daN/mm^2	5 -10	0,5 - 1	150 - 80
	Oțel rapid călit, σ_r = 260 daN/ mm^2	5 - 10	0,5 - 1	40 - 30
	Fontă moale şi semidură, HB < 200	5 - 10	0,5 - 1	100 - 50
	Fontă dură, HB > 200	5 - 10	0,5 - 1	80 - 40
	Bronz, alamă, zinc	5 - 10	1 -1,5	400 - 200
Finisare	Oțel moale şi semidur cu σ_r < 70 daN/mm^2	1 - 3	0,1 - 0,4	400 - 200
	Oțel dur cu σ_r > 70 daN/mm^2	1 - 3	0,1 - 0,4	240 - 120
	Oțel rapid călit, σ_r = 260 daN/ mm^2	0,5 - 1	0,1 - 0,2	120 - 80
	Fontă moale şii semidură, i IB < 200	1 -2	0,2 - 0,4	150 - 120
	Fontă dură, IIB > 200	1 -2	0,1 - 0.3	120 - 90
	Bronz, alamă,	1 -2	0,1 - 0,5	300 - 400
	Aliaje de zinc	1 -2	0,1 - 0,5	200 - 150

5.3. 1.2. Găurirea

Este operația prin care se obțin găuri pătrunse sau înfundate folosind scule **așchietoare:** burghie, **adâncitoare,** cuțite de strung.

Burghierea este operația de **găurire** executată cu ajutorul **burghielor.** Se efectuează în general mecanic la mașini de **găurit,** strunguri, mașini de **frezat,** alezat. Dacă operația de **burghiere** se execută la mașina de găurit (cu **coloană, radiale,** de masă) piesa de prelucrat rămâne imobilă și burghiul execută mișcarea principală de rotație precum și mișcarea secundară de avans, rectilinie. La mașinile de **frezat,** piesa fixată pe masa mașinii execută mișcarea rectilinie de **avans,** iar scula execută principala mișcare de rotație. La strungurile universale, piesa de prelucrat execută principala mișcare de rotație, iar burghiul, fixat în **pinola** păpușii mobile, execută mișcarea secundară de avans , rectilinie.

Tabelul 5.13. **Viteze** de **așchiere** pentru burghiere la mașini de găurit
Avansul s, **mm/** rot , turația n , **rot/min**

Materialul de prelucrat	Viteza de **așchiere, m/ min**		Diametrul burghiului D, mm Burghiu din oțel rapid					
			2	5	8	16	25	40
Oțel carbon de construcții, σ_r <50 daN/mm²	10 -18	s	0,03	0,11	0,16	0,26	0,30	0,4
	25 - 40	n	4000	2000	1600	800	400	280
Idem, σ_r 50÷70 daN/mm²	9 - 12	s	0,3	0,10	0,14	0,22	0,30	0,40
	25 - 32	n	4000	2000	1250	630	315	200
Oțeluri aliate σ_r =70÷90 daN/mm²	–	s	0,02	0,06	0,10	0,18	0,22	0,28
	12 - 20	n	2000	1000	800	315	200	100
Idem, σ_r= 90÷110 daN/mm²	–	s	0,01	0,04	0,08	0,14	0,18	0,23
	8 - 14	n	1250	630	500	200	125	63
Fonte, σ_r= 18daN/mm²	8 - 14	s	0,06	0,16	0,25	0,35	0,45	0,50
	20 - 35	n	4000	2000	1250	630	315	160
Bronz	15 - 25	s	0,04	0,12	0,16	0,25	0,3	0,40
	50 - 70	n	6300	2500	2000	1000	500	315
Alamă	18 - 30	s	0,04	0,10	0,14	0,22	0,3	0,40
	50 - 70	n	6300	2500	2000	1000	500	300
Aliaje de aluminiu moi	–	s	0,05	0,14	0,2	0,32	0,4	0,45
	100 120	n	–	–	–	–	–	–

5.3.1.3. Zencuirea

Este operația de prelucrare prin așchiere executată la strunguri sau mașini de găurit pentru prelucrarea unor găuri existente într-o piesă folosind scule numite **zencuitoare (lărgitor, teșitor, lamator)** .

Lărgirea. Se execută la strung sau la mașina de găurit folosind un **zencuitor** cilindric. Uneori lărgirea este o operație intermediară între găurire și **alezare.**

Adâncirea. Este prelucrarea prin așchiere pentru formarea la **extremitatea** unei găuri cilindrice, a unui locaș coaxial cilindric. Prelucrarea locașurilor **tronconice** se execută cu un teșitor iar operația se numește **teșire.**

Lamarea. Se execută la strung, la mașina de frezat sau la mașina de găurit pentru obținerea unei suprafețe plane perpendiculare pe axa unei găuri. Scula se numește lamator. Suprafețele **lamate** pot servi pentru așezarea corectă a piuliței sau a capului de șurub.

Centruirea. Este prelucrarea prin aşchiere executată la strunguri cu ajutorul burghielor de centruire pentru a se obţine pe feţele frontale găuri de centrare. Mărimea găurii de centrare se alege funcţie de diametrul exterior al piesei prelucrate, de masa piesei respctive, precum şi de forţele de aşchiere.

Orientativ pentru piesele cilndrice diametrul găurilor de centrare(d) se alege funcţie de diametrul (D_0) al piesei de prelucrat astfel:

D_0 , mm	d, mm	DO, mm	d, mm
2-6	0,5 ; 0,63; 0,8	56 - 80	4; 5
6 - 16	1; 1,25	80 - 120	6,3; 8
16 - 32	1,6; 2	120 - 150	10
32 - 56	2,5; 3,5	peste 150	10

5.3.1.4. Alezarea

Este operaţia de prelucrare prin aşchiere executată la strunguri normale, maşini de găurit, maşini de alezat folosind alezoare sau cuţite de strung pentru a se obţine o anumită precizie dimensională a formei geometrice precum şi o anumită calitate a suprafeţelor prelucrate. Pentru această operaţie piesa este fixată iar sculele de alezare execută mişcarea principală de rotaţie şi mişcarea de avans. Datorită costului ridicat al alezoarelor acestea se utilizează pentru diametre mici, iar pentru diametre mari se folosesc cuţitele.

Tabelul 5.14. **Avansuri şi viteze de aşchiere pentru alezare**

Materialul piesei	Avansul, s mm/rot	Viteza de aşchiere v, m/min
Oţel, σ_r = 35 ÷ 50 daN/ mm^2	0,2 - 0,8	10
Oţel, σ_r = 50 ÷ 60 daN/ mm^2	0,2 - 0,8	12
Oţel, σ_r 60 f 80 daN/ mm^2	0,2 - 0,8	8
Oţel, σ_r = 80 ÷ 100 daN/ mm^2	0,2 - 0,8	6
Fontă, HB 200	0,2 - 1	10
Fontă, HB = 200 ÷ 400	0,2 - 1	6
Bronz	0,2 - 0,8	10
Alamă	0,2 - 1	16
Aliaje de aluminiu	0,5 - 2	30

5.3.1.5. Filetarea

Filetarea este prelucrarea prin aşchiere executată manual sau mecanic cu ajutorul unei scule de filetat (cuţit de filet, pieptene de filet, tarod, filieră) la maşina de găurit, maşină de filetat, la strung sau la maşina de frezat filet pentru obţinerea unui filet pe suprafaţa interioară sau exterioară a unei piese, Filetarea găurilor se execută cu ajutorul tarozilor în operaţii succesive de degroşare şi de netezire, cu ajutorul a două sau trei serii de tarozi cilindrici de diametre diferite sau cu un singur tarod conic.

Filetarea exterioară se execută cu ajutorul filierelor care execută mişcarea principală de rotaţie şi mişcarea de avans în timp ce piesa este fixă. La începerea prelucrării se verifică coaxialitatea tarozilor cu găurile în care se introduc, respectv coaxialitatea filierelor cu barele ce urmează a fi filetate, în cazul filetării mecanice mişcările de rotaţii şi de avans surit realizate prin mecanismele de antrenare ale diferitelor maşini unelte.

Tabelul 5. 15. **Viteze de așchiere pentru filetare mecanică cu tarozi și filiere**

Materialul pisei de filetat	Diametrul filetului, mm		
	până la 3	3 - 10	peste 10
	Viteza de așchiere v, m/min		
Fontă și oțel dur	1,5 - 2	2 - 3	3 - 5
Fontă și oțel moale	2 - 3	3 - 5	6 - 8
Bronz și alamă	4 - 7	8 - 10	10 - 15

5.3.1.5. Frezarea

Frezarea este operația de așchiere **executată** pe mașini de **frezat**, folosind scule numite freze. Mișcarea principală este de rotație executată de freză iar mișcarea de avans (**longitudinală** sau transversală) și verticală este executată de piesă sau de sculă.

După forma suprafeței prelucrate se deosebesc: frezare **plană**, frezare **rotundă**, frezare profilată. Frezarea plană se face cu ajutorul frezelor cilindrice , frontale, **cilindro-frontale**, disc. Frezarea cilindrică se execută cu suprafața laterală a frezelor și se folosește la prelucrarea suprafețelor plane. Pentru obținerea suprafețelor cu profil identic al dinților frezei se folosesc freze cu profil sau freze combinate, operația de prelucrare numindu-se frezare profilată.

Bibliografie

[1] . G.S. Georgescu — îndrumător pentru ateliere mecanice
Editura Tehnică, București, 1978

[2]. F.T.Tănăsescu — Agenda tehnică
Editura Tehnică, București, 1990

[3] .I. Stavarache — îndrumător privind caracteristicile principale ale materialelor metalice feroase și neferoase, standardizate, fabricate în România
I.C.P.E. - O.I.D., București, 1977

[4] .I. Bucșa — îndrumătorul tehnicianului proiectant de mașini și utilaje
Editura Tehnică, București, 1971

[5] . C.Dalban ș. a. — Construcții metalice
Editura didactică și pedagogică, București, 1976

[6] . Gh. Uzunov ș.a. — îndrumătorul ofițerului de navă
Editura Tehnică, București, 1983

6

REZISTENȚA MATERIALELOR

6.1. Terminologie și notații

Principalii termeni privind rezistența materialelor și simbolurile **specifice** utilizate sunt stabiliți de STAS **1963-81**(tabelul **6.1**).

Tabelul 6.1. **Terminologia utilizată** în rezistența materialelor (**extras** din STAS 1963- 81)

Nr. crt.	Termen. Simbol	Definiție
1	Axă neutră	Dreapta din planul secțiunii transversale a unei bare solicitate la încovoiere în **punctele căreia** tensiunile normale sunt nule.
2	Coeficient de contracție transversală (coeficientul lui Poisson), v, μ	Valoarea absolută a raportului între **deformația** specifică în direcție transversală și deformația specifică în direcție longitudinală deformațiile fiind produse de o tensiune normală aplicată în direcție longitudinală.
3	Coeficient de siguranță, c	Raportul între valoarea mărimii ce caracterizează starea limită a unui element sau ansamblu (**limita** de curgere, rezistența la rupere, rezistența la oboseală etc.) și valoarea aceleiași mărimi ce caracterizează starea de exploatare sau este prescrisă ca admisibilă.
4	Coeficient de subțirime (coeficient de zveltețe), λ	Raportul între lungimea de **flambaj** a unei bare cu secțiunea transversală constantă și raza de injecție minimă a secțiunii.
5	Compresiune	Solicitarea produsă în secțiunea unui corp de două forțe rezultante coaxiale, egale, opuse și convergente.
6	**Deformație**	Rezultatul procesului de modificare a formei sau a dimensiunilor unui corp, fără alterarea continuității corpului.
7	**Deformație** elastică	Deformația care se anulează odată cu acțiunea care a produs-o
8	Deformație plastică	Deformația remanentă după **înlăturarea acțiunii** care a produs-o
9	Deformație specifică ε.	Raportul între deformația liniară și lungimea inițială a unui element dintr-un corp **deformabil**.
10	Efort N, T, M_v, M_i	**Componentă**(forță sau moment) a **torsorului** obținut prin reducerea la centrul de greutate al secțiuni unui corp a forțelor exterioare care acționează de **aceeași parte** a secțiunii considerate.

Tabelul 6.1(continuare)

Nr. crt.	Termen. Simbol	Definiţie
11	Element finit	Elementul de formă simplă, plană sau spaţială, utilizat la descompunerea pentru calcul a unei structuri de rezistenţă într-un ansamblu de componente discrete, în interiorul cărora se admite o lege simplă de deformare, iar legătura între elemente este determinată de condiţiile specificate pe conturul elementelor, în concordanţă cu cerinţa de continuitate a structurii .
12	Flambaj	Modificarea configuraţiei geometrice stabile a unui corp solid sub acţiunea unui sistem de forţe sau sub alte acţiuni care pot fi reduse la un sistem de forţe. Forţa sau sistemul de forţe, care acţionează asupra unui corp deformabil.
13	încărcare (sarcină) F, P	Forţa sau sistemul de forţe, care acţionează asupra unui corp deformabil.
14	încovoiere	Solicitarea de extindere uniaxială sau biaxială produsă într-un corp de momentele încovoietoare care acţionează în secţiunile corpului.
15	Întindere(tracţiune)	Solicitarea produsă într-un corp de două forţe coaxiale, egale şi divergente.
16	Limită de curgere, σ_c, τ_c	Tensiunea la care într-un material apar deformaţii plastice semnificative.
17	Limită de elasticitate, σ_e, τ_e	Tensiunea maximă până la care materialul are o comportare elastică.
18	Limită de proporţionalitate, σ_p, τ_p	Tensiunea maximă până la care deformaţiile specifice sunt proporţionale cu tensiunile.
19	Modul de elasticitate longitudinal, E	Raportul între tensiunea normală şi deformaţia specifică, când valoarea tensiunii nbu depăşeşte limita de proporţionalitate.
20	Modul de rezistenţă axial (la încovoiere), W_x, W_y.	Caracteristica geometrică a secţiunii transversale a unei bare solicitate la încovoiere simplă exprimată prin raportul între momentul de inerţie în raport cu axa neutră a secţiunii şi distanţa de la această axă până la punctul cel mai îndepărtat al secţiunii. $W_x = I_x / y_{max}$; $W_y = I_y / x_{max}$
21	Modul de rezistenţă polar (la răsucire), W_p	Caracteristica geometrică a secţiunii transversale a unei bare circulare sau inelare exprimată prin raportul între momentul de inerţie polar considerat faţă de centrul secţiunii şi distanţa maximă de la centrul secţiunii până la conturul acesteia.
22	Moment de inerţie axial I_x,I_y	Caracteristica geometrică a secţiunii transversale a unei bare exprimată prin suma produselor între elementele de suprafaţă ale secţiunii şi pătratul distanţelor acestora la axa considerată, situată în planul secţiunii: $I_x = \int_A y^2 dA$; $I_y = \int_A x^2 dA$
23	Moment de inerţie centrifugal, I_{xy}	Caracteristica geometrică a secţiunii transversale a unei bare exprimată prin suma produselor între elementele de suprafaţă ale secţiunii şi produsul coordonatelor în raport cu două axe perpendiculare, situate în planul secţiunii : $I_{xy} = \int_A xy dA$
24	Moment de inrţie polar, I_p	Caracteristica geometrică a secţiunii transversale a unei bare circulare sau inelare exprimată prin suma produselor între elementele de suprafaţă ale secţiunii şi pătratul distanţelor acestora la un punct situat în planul secţiunii, numit pol: $I = \int_A r^2 dA$

Tabelul 6.1 (continuare)

Nr. crt.	Termen, Simbol	**Definiție**
25	Moment static al secțiunii (moment al secțiunii față de o axă), S, S_x,S_y.	Caracteristica geometrică a secțiunii exprimată prin suma produselor între elementele de suprafață ale secțiunii și distanțele acestora la axa considerată, situată în planul secțiunii: $S_x = \int_A ydA;$ $S_y = \int_A xdA$
26	Oboseală	Fenomenul complex care se manifestă prin micșorarea capacității de rezistență la rupere a unui material supus la solicitări repetate.
27	Rază de inerție, i_x, i_y	$i_x = \sqrt{I_x/A}$, $i_y = \sqrt{I_y A}$ A - aria secțiunii transversale
28	Răsucire (torsiune)	Solicitarea produsă de un moment de răsucire care acționează în planul secțiunii considerate
29	Reacțiune	Forța sau cuplul de legătură în punctele de rezemare ale unui corp solid
30	Relaxare	Scăderea în timp a tensiunilor într-un corp solicitat, atunci când deformația totală a corpului este menținută constantă.
31	Rezistență	Capacitatea unui material de a echilibra, până la o anumită limită a intensității forțelor interioare, acțiunea unui sistem de forțe sau alte acțiuni care pot fi reduse la un sistem de forțe.
32	Rezistență la oboseală	Valoarea maximă a tensiunii la care o epruvetă rezistă la un număr dat de cicluri de solicitare.
33	Rezistență la rupere: R_m, σ_r, τ_r	Tensiunea convențională maximă dintr-o epruvetă, raportată la secțiunea ei inițială, în momentul care precede ruperea acesteia sub acțiunea unei solicitări.
34	Rigiditate	Capacitatea unui corp liniar elastic de a se opune deformării.
35	Săgeată, f	Deplasarea unui punct de pe axa unei bare, măsurată pe direcția perpendiculară pe axă, sau a unui punct de pe suprafața mediană a unei plăci, măsurată pe direcția perpendiculară pe această suprafață.
36	Tăiere(forfecare)	Solicitare produsă într-un corp de forțele tăietoare
37	Tensiune(efort unitar) p,σ,τ.	Măsura intensității forțelor interioare dintr-un corp solid
38	Tensiune admisibilă (rezistență admisibilă): σ_a ,τ_a	Valoarea convențională a tensiunii care, în limite precise, nu trebuie să fie depășită de tensiunea maximă într-un corp.

Dezvoltarea teoretică a rezistenței materialelor se bazează pe legătura dintre tensiuni și deformații determinată experimental. Pentru materialele elastice, această legătură este ilustrată prin legea lui Hooke, iar în cazul solicitărilor statice simple ale metalelor se prezintă ca în schema din figura 6. 1. Valorile tensiunii în diferite puncte ale diagramei tensiune-deformație, precum și alte mărimi caracteristice ale materialelor se stabilesc prin încercări.

în ceea ce privește încercările metalelor, terminologia și simbolurile sunt stabilite în principal de STAS 1965-75, completat cu STAS 6967-88 (clasificare), 6637-75 (încercări statice de durată), 6488-67 (solicitări variabile periodice), R8069-87 (încercări la uzare), SR EN 10002: 1994(încercarea la tracțiune a metalelor).

în construcția unei piese se pune condiția ca materialul să fie solicitat astfel încât să nu apară deformații permanente alegându-se pentru σ sau τ o valoare σ_a sau τ_a, numită rezistență admisibilă, inferioară lui σ_e (respectiv τ_e) Evident că aceste valori variază de la material la material (a se vedea tabelul 6.2).

Fig. 6.1. Relația dintre eforturi unitare și deformații

Tabelul 6.2. **Rezistențe admisibile pentru principalele materiale folosite în construcția de mașini**

Materialul		Rezistențe admisibile		
		Întindere σ_{at} [N/mm²]	Compresiune σ_{ac} [N/mm²]	Torsiune τ_{at} [N/mm²]
Fonta cenușie, Fc 100, Fc 150, Fc 200 SR ISO 185: 1994		10- 15	60 - 68	9-16
Otel OL 34, OL 42, STAS 500/2 -80		30 - 50	60 - 100	20 - 40
Oțel OL 50, OL 60, OL 70, STAS 500/2-80		40-60	80 - 120	30 - 48
Oțel OT 40, OT 45, OT 50, OT 55, OT 60, OT 70 SR ISO 3755:1994		20 - 40	60 - 120	13 - 33
Oțel OLC 25 STAS 880 - 80	Normalizat	50	70	40
	Îmbunătățit	80	105	60
Oțel OLC35 STAS 880-88	Normalizat	70	90	60
	îmbunătățit	80	120	75
Oțel OLC45 STAS 880-88	Normalizat	70	90	60
	îmbunătățit	80	120	65
Oțel 40 CrlOSTAS 791-80	îmbunătățit	110	160	90
Oțel 13CrNi30 STAS 791-88	Normalizat	80	125	65
	Îmbunătățit	135	195	105
Alamă CuZn 40PbT, CuZn 40Mn 2AIT STAS 199/2-86		13 - 20	27 - 40	11-16
Bronz CuAl9T, CuAl 10 Fe 3T STAS 198/2-92		20 - 30	40 - 60	15 - 23
Aluminiu turnat		3 - 4	-	-
Aliaje dure de aluminiu		20 - 33	40-67	16 - 27

6.2. Calcule de rezistență la solicitări statice

6.2.1. Relații principale de calcul pentru solicitări simple

Acțiunea unui singur **efort**, în secțiunea unei bare, provoacă o solicitare **simplă**. în tabelul 6.2. a) sunt indicate relațiile de calcul corespunzătoare **acestora**, precum și pentru tensiunile care apar în straturile superficiale a două corpuri aflate în contact.

***Tabelul** 6.2. a).* **Relații de calcul pentru solicitările simple**

Solicitare	Orientarea sarcinii în raport cu secțiunea (**schița**)	Relații de calcul pentru **verificare**
întindere și compresiune	N, A	$\sigma_{t,c} = \frac{N}{A} \leq \sigma_{at,a}$
Forfecare	T, A, T	$\tau_f = \frac{T}{A} \leq \tau_{af}$
încovoiere	M_i, W_z	$\sigma_i = \frac{M_i}{W_z} \quad \sigma_{ai}$
Torsiune(răsucire)	M_t, W_p	$\tau_t = \frac{M_t}{W_p} \quad \tau_{at}$
Strivire (presiune de contact)	F, A	$p \quad \frac{F}{A} \quad P.$
Tensiune de contact	F	Relațiile lui Hertz, conform tabelului **6.2.** b)

***Tabelul** 6.2.b)* **Relațiile lui Hertz pentru calculul tensiunii de contact în câteva cazuri uzuale**

Forma corpurilor în contact	Raza echivalentă	Forma și dimensiunile zonei de contact	Tensiunea de contact maximă
Contact **punctiform**			
Sferă pe sferă (exterior) Sferă pe sferă (interior)	$\frac{1}{r} = 1/r_1 + 1/R$ $R - r_2$ **R** $- r_2$	u	$\sigma_{max} = 0{,}364\sqrt{\frac{FE^2}{r^2}}$ unde: $1/E = (1/2)\cdot[(1-\nu_1^2)/$ $/E_2 + (1-\nu_2^2)/E_2\ ]$

Tabelul 6.2.b (continuare)

Forma corpurilor în contact	Raza echivalentă	Forma și dimensiunile zonei de contact	Tensiunea de contact maximă
Contact punctiform			
Sferă pe plan	$R = \infty$	$R_0 = \sqrt[3]{(3/2)Fr/E}$	n1.2 - coeficienții Poisson ai materialelor; $E_{1.2}$ - modulele de elasticitate longitudinale ale materialelor
Contact liniar			
Cilindru pe cilindru cu generatoare comune (**exterior** sau interior) Cilindru pe plan	A se vedea cazurile sferă pe sferă A se vedea sferă pe plan	$b = \sqrt{(8/\pi)(F/l)(r/E)}$	$\sigma_{k_{max}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\frac{F}{l}\frac{E}{r}}$

Semnul tensiunilor se stabilește în funcție de cel al forțelor și momentelor în secțiune. Prin convenție se consideră pozitive eforturile orientate față de secțiune ca în fig. 6.2.

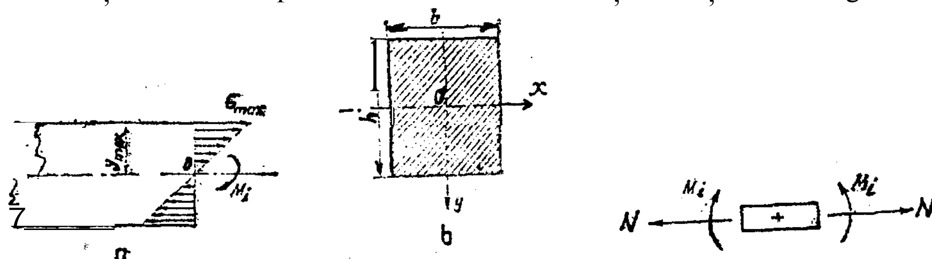


Fig. 6.2. Convenția de semne pentru forțe și momente în secțiune.

Momentele de inerție și **modulele** de **rezistență ale secțiunilor** barelor depind de forma și dimensiunile acestora. Pentru **secțiunile profilelor laminate** există tabele stabilite prin standarde care dau mărimile *I* și W:STAS 425-80, pentru **oțel** cornier cu aripi neegale, STAS **564-86,** pentru oțel U, și STAS 565-86, pentru oțel î. în **tabelul** 6.3., sunt indicate relațiile de calcul ale momentelor de inerție și ale **modulelor** de rezistență **pentru** secțiunile uzuale.

Tabelul 6.3. Relații de calcul **pentru** momente de **inerție** și **module** de rezistență ale secțiunilor **uzuale**

Secțiunea	Momente de inerție **axiale**, I_y, I_z	**Module** de rezistență la **încovoiere, W_y, W_z**	Moment de inerție polar I_p	**Modul** de rezistență polar, W_p
y, z, d	$\frac{\pi d^4}{64} \approx 0,05d^4$	$\frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3$	$\frac{\pi d^4}{32} \approx 0,1d^4$	$\frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3$
de, y, z	$\frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{64} \approx 0,05(d_e^4 - d_i^4)$	$\frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{32d_e} \approx 0,1\frac{(d_e^4 - d_i^4)}{d_e}$	$\frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{32} \approx 0,1(d_e^4 - d_i^4)$	$\frac{\pi(d_e^4 - d_i^4)}{16d_e} \approx 0,2\frac{(d_e^4 - d_i^4)}{d_e}$

Tabelul 6.3 (continuare)

Secțiunea	Momente de inerție **axiale,** I_y, I_z	Module de rezistență la **încovoiere,** W_y, W_z	Moment de inerție polar I_t	Modul de rezistență polar, W_t
y h b	$I_y = \frac{hb^3}{12}$ $I_z = \frac{bh^3}{12}$	$W_y = \frac{hb^2}{6}$ $W_z = \frac{bh^2}{6}$	$\eta_1 bh^3$	$\eta_2 bh^3$

b/h	1	1,5	2	3	4	6	8	10	∞
η_1	0,140	0,1%	0,229	0,263	0,281	0,299	0,307	0,313	0,333
η_2	0,208	0,231	0,246	0,267	0,282	0,299	0,307	0,313	0,333

în caz că o bară este supusă încălzirii de la temperatura to la temperatura t_1 , iar dilatarea ei este complet **impiedicată,** în ea se produc eforturi unitare de compresieune, date de relația:

$$\sigma = E \propto (t_1 - t_0),$$

unde c» este coeficientul de dilatare termică liniară, caracteristic fiecărui material, după cum se poate constata din tabelul de mai jos:

Materialul	$\propto [grd^{-1}]$
Oțel, oțel turnat, fontă	(11... 12) x 10^{-6}
Cupru	17 x 10^{-6}
Bronz	18 x 10^{-6}
Alamă	19 x 10^{-6}
Aluminiu	24 x 10^{-6}

6.2.2. Solicitări compuse

a. Solicitări care produc numai tensiuni normale

în acest caz, o bară este supusă la întindere și la încovoiere sau la compresiune și la încovoiere. **Tensiunea** maximă apare în fibra externă cea mai solicitată și este dată de expresia

$$\sigma_{max} = |N / A| + M_i / W_z \quad \sigma_a,$$

cu convenția că N și M_i sunt pozitive dacă au sensul din fig. 6.2 (dreapta sau stânga).

b. Solicitări care produc tensiuni normale și tangențiale

Tensiunile normale σ se datoresc **solicitărilor** la încovoiere, tracțiune sau compresiune, iar cele **tangențiale,** τ, solicitărilor dde forfecare și torsiune.

în acest caz, se folosesc formule bazate teoriile de rupere a materialelor și anume:

L Teoria **I-a,** a efortului unitar normal maxim, conduce **la:**

- relația tensiunilor

$$\sigma_{ech} = \sigma / 2 + (1/2)\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_a;$$

- relația momentelor (numai în cazul secțiunilor circulare și inelare).

$$M_{ech}\ 0{,}5M_i + 0{,}5\sqrt{M_i^2 + M_t^2} < W_z \cdot \sigma_{ai}$$

2. Teoria a -a , a **deformației maxime**; admite

$$\sigma_{ech} = 0{,}35\sigma + 0{,}65\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_a$$

$$M_{ech} = 0{,}35M_i + 0{,}65\sqrt{M_i^2 + M_t^2} \quad W_z \cdot \sigma_{ai}$$

3. Teoria a I - a,efortului unitar tangențial maxim, conduce la :

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_a \text{ și } M_{ech} = \sqrt{M_i^2 + M_t^2} \leq W_z \cdot \sigma_{ai}$$

4. Teoria a IV -**a**,a energiei **maxime** de **deformație**,conduce **la**:

IV$_1$ - fără considerarea energiei de variație a **formei**:

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 2{,}6\tau^2} \leq \sigma_a;$$

IV$_2$ - cu considerarea energiei de variație a **formei**,

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} < \sigma_a \quad \text{și}$$

$$M_{ech} = \sqrt{M_i^2 + 0{,}75M_t^2} < W_z \cdot \sigma_{ai}.$$

6.2.3. Rezistențe admisibile și coeficienți de siguranță

în calcule, la solicitările statice, se admite, ca rezistentă de referință pentru materialele tenace, limita de curgere σ_c , respectiv τ_c, iar pentru materialele fragile - rezistența de rupere σ_r, respectiv τ_r.

Tensiunile admisibile se stabilesc în funcție de rezistența de referință și un coeficient de **siguranță**, astfel:

- pentru materialele tenace: $\sigma_a = \sigma_c / c_c$; $\tau_a = \tau_c / c_a^b$;
- pentru materialele fragile (casante): $\sigma_a - \sigma_r / c_r$; $\tau_a = \tau_r / c_r^b$.

Pentru coeficientul de siguranță c_c se pot admite următoarele valori practice:

- Piese din oțel- carbon sau forjate, fără tratamente termice 1,2 ... 1,4.
- Piese din oțel aliat, fără tratament termic 1,3 ... 1,5.
- Organe de mașini fabricate din oțel turnat 1,6 ... 1,7

Rezistențele admisibile tangențiale τ_a (forfecare și torsiune) se iau din tabele sau se stabilesc din relații între σ_a și τ_a , luându-se pentru oțeluri

$$\tau_a = (0{,}6...0{,}8)\sigma_a.$$

La piesele din materiale casante, care au o variație bruscă de secțiune, racordări sau găuri , se ia de regulă $c_r = 3$, iar **formula** de mai sus se **corectează**, **scriindu-se** sub forma:

$$\sigma_a = \sigma_r / (c_r \alpha_k),$$

unde α_k - coeficientul de concentrare a eforturilor unitare, la solicitări statice, care se ia din grafice sau tabele speciale.

6.2.4. Calcule de stabilitate elastică (flambaj)

La barele lungi și subțiri, solicitate la compresiune, poate apărea o încovoiere bruscă (o pierdere a stabilității echilibrului), deși rezistența admisibilă n-a fost depășită. Acest fenomen se numește flambaj.

Pentru domeniul elastic, se utilizează ca relație de calcul, corespunzătoare celor patru

cazuri tipice de fixare , arătate în **fig.6.3** , relația lui **Euler:** $P_f = \pi^2 E i_{MIN} / l_f^2$,
în care: P_f - sarcina critică de **flambaj**; $I_{\min}$ - momentul de inerție minim **alsecțiunii** barei; l_f- lungimea de **flambaj**.

Conform cazurilor din fig.6.3, l_f se exprimă în funcție de lungimea barei și de modul de sprijinire, astfel:

- încastrare liberă **(fig.6.3, I)** $l_f = 2L$
- articulație dublă (fig.6.3,) $l_f = L$
- încastrare- articulație **(fig.6.3, III)** $l_f = L/\sqrt{2}$
- încastrare dublă(fig. tf,3,IV) $l_f = L/2$

Se definește *coeficientul de zveltețe* al barei $\lambda = l_f / i_{\min}$, unde $i_{\min} = \sqrt{I_{\min} / A}$ este raza de inerție a secțiunii; A - aria secțiunii.

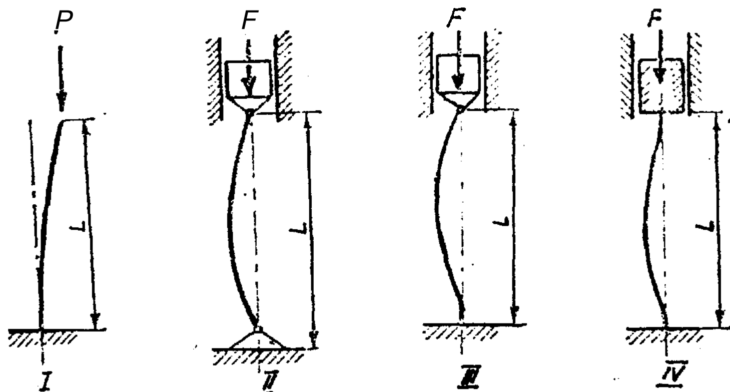


Fig. 6.3. Cazuri tipice pentru flambaj.

Cînd acest coeficient depășește o anumită valoare λ_0 , dependentă de material, formula lui Euler nu mai este **aplicabilă, utilizându-se** relații empirice cum ar fi Tetmajer-Iasinski, indicate în tabelul 6.4.

Tabelul 6.4. Formulele Tetmajer-Iasinski

Materialul	λ_0	Tensiunea critică de flambaj **(Tetmajer-Iașinski)** $[N/mm^2]$	Materialul	λ_0	Tensiunea **critică** de flambaj (**Tetmajer-Iașinski**) $[N/mm^2]$
OL37 STAS 500/2-80	$\lambda_0 \le 105$	$\sigma_{cr} = 310 - 1{,}14\lambda$	Oțel aliat Cr - Mo	$\lambda_0 \le 55$	σ_{cr} $1000 - 5{,}4\lambda$
Ol 50 STAS 500/2-80	$\lambda_0 \le 89$	$\sigma_{cr} = 335 - 0{,}62\lambda$	Fontă cenușie	λ_0 80	$\sigma_{cr} = 776 - 12\lambda + 0{,}053\lambda^2$
Oțel carbon de calitate, cu σ_r • 4SO N/mm^2 și σ_c - 360 N/mm^2	$60 \le \lambda_0 \le 100$	σ_{cr} $469 - 2{,}675\lambda$	Duraluminiu	$\lambda_0 \le 56$	σ_{cr} $380 - 2{,}185\lambda$
Oțel aliat cu 5% Ni	$\lambda_0 \le 86$	$\sigma_{cr} = 470 - 2{,}305\lambda$	Lemn*	$\lambda_0 \le 59$	σ_{cr} $40 - 0{,}203\lambda$
Oțel **aliat,** cu σ_r • $520 N/mm^2$ σ_c - $360 N/mm^2$	$60 \le \lambda_0 \le 100$	$\sigma_{cr} = 589 - 3{,}8175\lambda$			

* Forța de flambaj paralelă cu direcția fibrelor.

Aceste formule dau mărimea σ_{cr} numită *efort unitar critic de flambaj.* Raportul c = σ_{cr}/σ_c, unde s_c este efortul unitar de compresiune, se numește *coeficient de siguranță la flambaj* care trebuie să aibă valoarea **impusă(** în caz contrar, se mărește secțiunea barei).

6.3. Calcule de rezistență la solicitări variabile

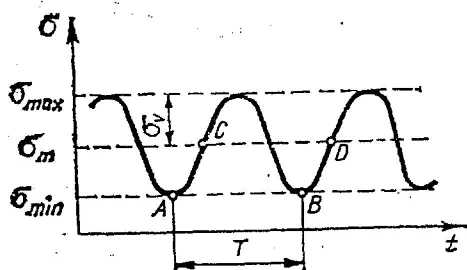


Fig. 6.4. Diagrama de variație a tensiunilor în timp

Organele de mașini **sunt**, în general, supuse la solicitări variabile în timp, diagrama de **variație** a tensiunilor având, de cele mai multe ori, un caracter periodic (**fig.** 6.4).

O perioadă completă a acestei variații, de exemplu între ACB, formează un ciclu al solicitării variabile, acesta **caracterizându-se** prin:

- efort unitar maxim σ_{max} ;
- efort unitar minim σ_{min};
- efort unitar mediu σ_m .

$\sigma_m = (\sigma_{max} + \sigma_{min}) / 2;$

- amplitudinea efortului unitar: $\sigma_v = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2$
- coeficientul de asimetrie al ciclului: $R = \sigma_{min} / \sigma_{max}$.

După semnele algebrice și valorile pe care îe **aû mărimile** ce caracterizează ciclul, există diferite feluri de cicluri, conform **tabelului** 6.5.

în calculul de rezistență la solicitări variabile se ia drept **valoare** critică a efortului unitar *rezistența la oboseală.*

Aceasta se determină pe cale **experimentală**, încercând un număr de **epruvete** identice și **construind** *curba de oboseală* sau *curba lui* Wohler (**fig.**6.5).

Rezistența la oboseală este caracteristică fiecărui ciclu de **solicitare**, reprezentând cea mai mare **valoare** a tensiunii maxime pe care **epruveta** c suporta un timp nedefinit (din punctul B în **fig.6.** 5, diagrama Wohler devine dreaptă orizontală).

Atunci **când** nu se găsesc în literatură valori pentru rezistența ìa oboseală, se pot folosi relații empirice **între** rezistențele la oboseală și caracteristicile mecanice statice (a se vedea tabelul 6.8).

Când solicitările la oboseală au un coeficient **de** asimetrie oarecare, este necesar să se cunoască nu numai **valorile** particulare σ_{-1} , σ_0 ci și **valorile** σ_R **corespunzătoarer** oricărui coeficient de asimetrie R. Acest lucru se realizează cu ajutorul diagramelor de rezistentă la oboseală **(tip Haigh**, tip **Smith** ș.a)

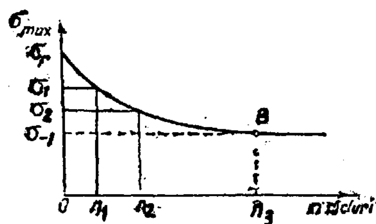


Fig.6.5. Curba lui Wöhler

Factorii cei mai importanți, care condiționează rezistența ìa **oboseală**, sunt următorii:

- materialul și tehnologia de execuție a piesei;
- concentrarea **eforturilor** unitare;
- dimensiunile **piesei;**
- starea **suprafeței;**
- **tratamentele** termice, **termochimice** și mecanice aplicate piesei;
- starea finală de tensiuni remanente;
- temperatura

- felul solicitării (întindere, încovoiere etc.);
- coeficientul de asimetrie al ciclului;
- mediul de lucru;
- regimul de solicitare (static sau variabil).

Tabelul 6.5. Cicluri de solicitări variabile

Schița	Categoria	Caracterizat prin valorile		
		σ_{max}, σ_{min}	σ_m, σ_v	R
	Solicitare statică, considerată ca un caz particular al ciclului oscilant	$\sigma_m = \sigma_{min} > 0$	$\sigma_m = \sigma_{max} = \sigma_{min}$ $\sigma_v = 0$	R = +1
	Ciclu oscilant (caz general pentru solicitări variabile)	$\sigma_{max} > 0$ $\sigma_{min} > 0$	$\sigma_m > 0$ $\sigma_v \neq 0$	0 < R < +1
	Ciclu pulsant (caz particular al ciclului oscilant)	$\sigma_{max} > 0$ $\sigma_{min} = 0$	$\sigma_m = \sigma_v =$ $= 1/2\, \sigma_{max}$	R = 0
	Ciclu alternant asimetric	$\sigma_{max} > 0$ $\sigma_{min} < 0$ $\sigma_{max} > \lvert\sigma_{min}\rvert$	$\sigma_m > 0$ $\sigma_v \neq 0$	-1<R<0
	Ciclu alternant simetric	$\sigma_{max} = -\sigma_{min} > 0$ $\sigma_{min} < 0$	$\sigma_m = 0$ $\sigma_v = \sigma_{max}$	R = -1

Utilizându-se diagrama Haigh, cu schematizarea Soderberg, se pot determina tensiunile admisibile, pentru orice ciclu de solicitare.

în cazul ciclului pulsator, rezistența admisibilă se exprimă prin relația:

$$\sigma_{a0} = 2\sigma_a\sigma_{-1a} / (\sigma_a + \sigma_{-1a}),$$

în care σ_{a0} reprezintă rezistența admisibilă a ciclului pulsator; σ_a - rezistența admisibilă în cazul solicitărilor statice; σ_{-1a} - rezistența admisibilă la oboseală în cazul ciclului alternant simetric.

în cazul ciclului simetric, rezistența admisibilă se determină după relația:

$$\sigma_{-1a} = \gamma\sigma_{-1} / (c_a\beta_k),$$

unde σ_{-1} este rezistența la oboseală pentru ciclul simetric; c_a - coeficientul de siguranță la solicitări dinamice; β_k - coeficientul efectiv de concentrare a tensiunilor pentru solicitări variabile; γ - coeficientul de calitate al stării suprafeței piesei.

Coeficientulde siguranță la solicitări dinamice c_a se ia c_a = 1,3 ... ,1,7, pentru piese confecționate din oțel- carbon sau oțel aliat, laminate sau forjate, și c_a = 1,5...2,0, pentru piese din oțel turnat.

Coeficientul β_k *de concentrare a* eforturilor *pentru solicitări dinamice* se ia diagrame sau se calculează cu formula:

$$\beta_k = 1 + \eta_k(\alpha_k - 1),$$

unde η_k este coeficientul de sensibilitate **al** materialului (care se dă în diagrame sau tabele), iar α_k are **semnificația** dată în t. belul 6.5.

Valorile medii γ ale coeficientului de calitate al **suprafeței** piesei se pot lua din tabelul 6.6.

Tabelul 6.6

Starea suprafeței	γ
Lustruită	0,97 ... 0,98
Rectificată	0,93 ... 0,95
Finisată cu cuțitul	0,88 ... 0,92
Degroșată cu cuțitul	0,80 ... 0,85
Suprafețele concentratorilor sunt cementate sau nitrurate	1,20 ... 1,30

Regimul de solicitare (dinamica aplicării sarcinilor) intervine în calcul prin *coeficientul dinamic (* coeficientul de regim) β_d, care se poate lua din tabelul 6.7.

Tabelul 6.7,

β_d	**Se aplică la:**
1,05	mașini care lucrează la șocuri de amplitudini mici (strunguri, transportoare cu bandă etc.)
1,08	mașini care lucrează cu șocuri periodice (mașini cu platou, transportoare cu plăci **etc.**)
1,12	mașini care lucrează cu șocuri puternice (**compresoare**, mașini de rabotat longitudinale etc.)
1,17	mașini cu șocuri foarte puternice, unde sarcinile își schimbă valoarea neuniform (gatere etc.)
1,20	mașini cu șocuri și izbituri **brusce** (laminoare, concasoare).

Când se cer condiții mai severe de siguranță a funcționării, se mai ia în considerare și un *coeficient de siguranță suplimentar*, $c_s = 1,1 \ldots 1,5$.

în acest caz, formula din cazul ciclului simetric devine:

$$\sigma_{-1a} \quad \gamma\sigma_{-1} / (c_a \cdot c_s \cdot \beta_k \cdot \beta_d)$$

Tabelul 6.8. **Relații aproximative pentru deducerea rezistențelor la obosreală ale epruvetelor rotunde lustruite**

Material	Tracțiune		Încovoiere		Torsiune	
	σ_{-1t}	σ_{0t}	σ_{-1}	σ_0	τ_{-1}	τ_0
Oțel carbon (**laminat**)	$0{,}315\sigma_r$ sau $(0{,}7-0{,}8)\sigma_{-1}$	$(1{,}5-1{,}8)\sigma_{-1t}$	minimum! $0{,}44\,\sigma_r$ maximum: $0{,}53\sigma_r-4{,}1\cdot10^{-4}\sigma_r^2$ sau $\frac{\sigma_r+\sigma_c}{4}+30N/mm^2$	$(1{,}6-1{,}8)\sigma_{-1}$	$(0{,}55-0{,}58)\sigma_{-1}$	$(1{,}8-2)\tau_{-1}$
Oțel turnat	$0{,}26\sigma_r$ sau $0{,}65\sigma_{-1}$	$(1{,}5\text{-}1{,}8)\,\sigma_{-1t}$	$0{,}4\sigma_r$	$(1{,}6-1{,}8)\sigma_{-1}$	$(0{,}55-0{,}58)\sigma_{-1}$	$(1{,}8-2)\tau_{-1}$
Fontă obișnuită	$(0{,}25-0{,}35)\sigma_r$ sau $(0{,}5-0{,}6)\sigma_{-1}$	$(1{,}5\text{-}1{,}8)\,\sigma_{-1t}$	$(0{,}4-0{,}5)\sigma_r$	$(1{,}26-1{,}6)\sigma_{-1}$	$(0{,}75-0{,}58)\sigma_{-1}$	$(1{,}2-1{,}4)\tau_{-1}$
Fontă maleabilă	$0{,}28\sigma_r$ sau $0{,}7\sigma_{-1}$	$(1{,}5\text{-}1{,}8)\,\sigma_{-1t}$	$0{,}4\sigma_r$	$(1{,}6-1{,}8)\sigma_{-1}$	$(0{,}60-0{,}68)\sigma_{-1}$	$(1{,}8-2)\tau_{-1}$
Aliaje ușoare	$0{,}7\sigma_{-1}$	-	$(0{,}25-0{,}50)\sigma_r$	$1{,}8)\sigma_{-1}$	$(0{,}55-0{,}58)\sigma_{-1}$	$(1{,}4-2)\tau_{-1}$
Aliaje de cupru	-	-	$(0{,}25-0{,}50)\sigma_r$	$(1{,}5-1{,}6)\sigma_{-1}$	$0{,}58\sigma_{-1}$	$(1{,}4-2)\tau_{-1}$

Bibliografie

[1]. F. **Tănăsescu** ș.a. — Agenda Tehnică
Editura **Tehnică,** București, 1990

[2]. K. P. **Iakoviev** — îndrumar matematic și tehnic
Editura **Tehnică,** București, 1964

[3]. Ghe. Buzdugan ș.a. — Rezistența **materialelor.** Culegere de probleme
Editura Didactică și **Pedagogică,** București, 1975

7

DESEN TEHNIC ȘI ORGANE DE MAȘINI

7.1. Norme generale ale desenului tehnic

7.1.1. Linii utilizate în desenul tehnic

Tipurile de linii precum și grosimea liniilor sunt stabilite prin STAS 103-84.

Tabelul 7.L Tipuri de linii

Simbol	Denumire	Aspect	Domenii de utilizare
A	Linie continuă groasă		contururi reale și muchii vizibile reale, chenarul formatului.
B	Linie continuă subțire		muchii fictive vizibile, linii de cota, linii ajutătoare, linii de indicație, hașuri, secțiuni suprapuse, linii de axă scurte, linie fund filete.
C	Linie continuă ondulată		linie de ruptură
D	Linie continuă subțire zig-zag		linie de ruptură pentru delimitarea vederilor și secțiunilor pentru desenele pe calculator
E	Linie groasă întreruptă		contururi și muchii reale acoperite
F	Linie întreruptă subțire		contururi și muchii acoperite, linia utilă a filetului filetele exterioare cu ieșire reprezentate în secțiune.
G	Linie punct subțire		linie de axă, trasee plane de simetrie, traiectorii, suprafețe de rostogolire.
H	Linie punct mixtă		traseul urmei planului de secționare.
I	Linie punct groasă		indicarea suprafețelor cu prescripții speciale (tratamente termice).
K	Linie două puncte subțire		contur piese învecinate, poziții intermediare și extreme ale pieselor mobile, contur piese înainte de fasonare.

Observație:
La liniile punct și întrerupte se cere menținerea uniformității mărimii segmentelor și spațiilor dintre ele precum și faptul că intersecția lor trebuie să se producă pe segment.

Grosimi de linii: grosimea liniei groase, *b* (b 2; 1,4; 0,7; 0,5; 0,35; 0,25; 0,18 mm); grosimea liniei subțiri, b_1 (b/3 b_1 b/2).

Exemplu de folosire a liniilor (fig.7.1):

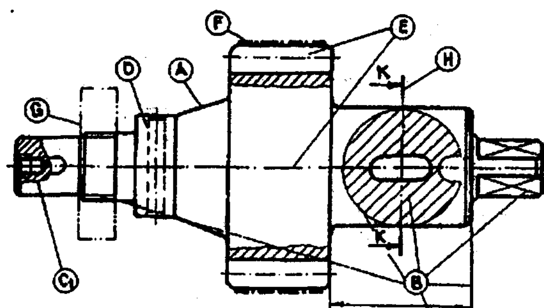


Fig. 7.1

7.1.2. Scrierea standardizată

STAS ISO 3098/1:1993 cuprinde caracterele grafice ale scrierii, tipurile de scriere, elementele caracteristice ale scrierii, grosimea literelor și cifrelor, etc.

Scrierea folosită în desenul tehnic poate fi dreaptă (perpendiculară fată de linia de bază) sau înclinată la 75 * spre dreapta, de asemenea de tip A-îngustată sau de tip B-normală.

Dimensiunea nominală *h* a scrierii, ce reprezintă înălțimea literelor majuscule sau a cifrelor, se alege din șirul: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 mm.

7.1.3. Formate în desenul tehnic

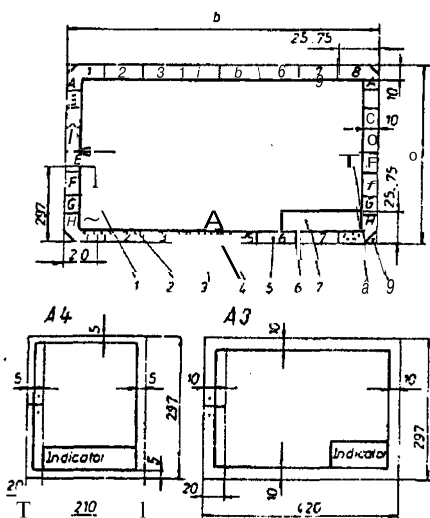


Fig. 7.2

Formatul este spațiul delimitat pe coala de desen prin conturul pentru decuparea copiei desenului original. Dimensiunile desenului sunt stabilite prin SR ISO 5457:1994.

Notarea formatelor se face prin simboluri urmate de dimensiunile formatului, în mm. Formatele preferențiale sunt: A0(841x1189); A1(594x841); A2(420x594); A3(297X420) și A4 (210x297).

Sunt folosite și formate alungite speciale sau excepționale. Notarea formatelor alungite se face ca pentru exemplele: A3x3(420x891) sau A4x7 (297x1471).

Elementele grafice ale formatului (fig.7.2) sunt:

1 - chenar linie continuă groasă la 10 mm distanță;

2 - fâșia de îndosariere 20x297, linie continuă subțire;

3 - gradație numerică de referință;
4 - reper de orientare;
5 - zonă neutră cu simboluri literale și numerice pe formate mai mari decât A3;
6 - rețea de coordonate;
7 - indicator;
8 - reper de centrare;
9 - unghiuri de tăiere, înnegrite sau nu.

7.1.4. împăturirea desenelor

Plierea desenelor se face conform STAS 74:1994 intâi pe direcții perpendiculare pe baza formatului, apoi pe direcții paralele cu aceasta, astfel încât să ajungă la dimensiunea formatului A4, cu indicatorul deasupra, în poziția de citire, iar fâșia de îndosariere neacoperită (fig.7.3).

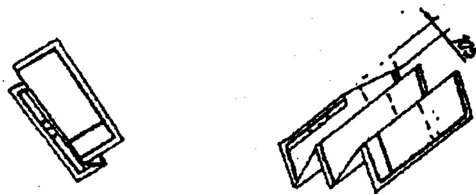


Fig. 7.3

7.1.5. Indicatorul

Scopul indicatorului este de a identifica desenul și modificările operate pe acesta și se aplică pe fiecare desen de execuție, de ansamblu si respectiv pe fiecare din planșele ce-l alcătuiesc.

Dimensiunile și forma indicatorului sunt stabilite prin SR ISO 7573 și SR ISO 7200:1994.

Informațiile cuprinse în indicator trebuie grupate în mai multe zone dreptunghiulare alăturate:

-zona de identificare, amplasată în unghiul inferior dreapta al desenului, trasată cu aceeași linie ca și linia chenarului; are o lungime maximă de170 mm (fig.7.4) și cuprinde următoarele informații obligatorii: *a)* numărul de înregistrare sau identificare a desenului; *b)* denumirea desenului; *c)* numele proprietarului legal al desenului;

-una sau mai multe zone de informații suplimentare; acestea cuprind informații indicative, informații tehnice și informații de ordin administrativ.

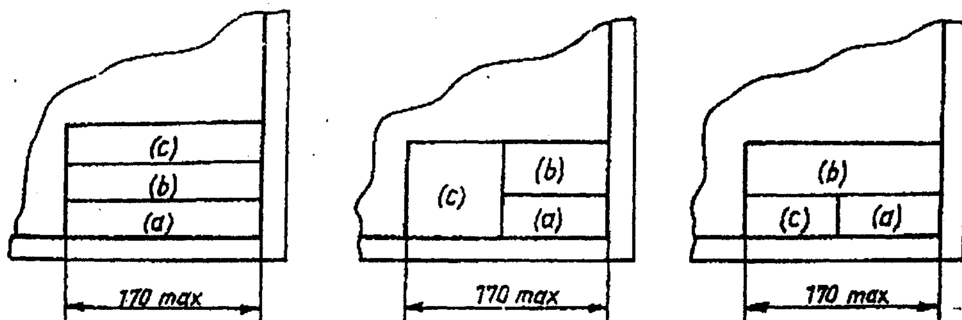


Fig.7.4

7.1.6. Scări numerice

Scara **unui** desen reprezintă **raportul** dintre dimensiunile măsurate pe desen şi dimensiunile reale ale obiectului reprezentat.

Tabelul 7.2. Scări **numerice,** conform STAS 2-82

Scara reală	Scări de mărire	Scări de micşorare
1:1	2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 50:1	1:2; (1:2,5); 1:5; 1:10; 1:20; (1:25); 1:50; 1:100; 1:200; (1:250); 1:2000

Scara se notează în indicator, **fără** cuvântul "scară", urmată între paranteze de valorile scărilor diferite de cea principală. Cuvântul "**scară**" se înscrie pe desen precedând valoarea scării, numai sub notarea unei proiecţii executată la scară diferită de cea a proiecţiei principale.

7.1.7. Tabelul de componentă

Tabelul de componentă este de **forma** şi dimensiunile din **fig.7.5** şi foloseşte la identificarea elementelor componente ale ansamblului reprezentat în desen. Poziţionarea sa faţă de indicator; conform SR ISO **7200:1994**, nu mai este condiţionată.

7 sau 10

S

Poz.	Denumire	Nr. desen sau STAS	Buc	Material	Observaţii	Masa kg/buc
W	50	45	W	30	25	

185

Fig. 7.5

7.2. Reprezentarea vederilor, **secţiunilor,** rupturilor

Regulile de reprezentare a vederilor, secţiunilor şi rupturilor sunt stabilite de STAS 105-87.

7.2.1. Definita

Vederea este reprezentarea în proiecţie ortogonală, pe un **plan,** a obiectului (**piesă,** ansamblu) nesecţionat. Ea conţine conturul aparent **precum** şi muchiile şi liniile de intersecţie ale suprafeţelor vizibile **(fig.7.6).**

Muchia este **linia** care **separă** formele geometrice **simple** ce intră în componenţa unei piese. Ea este ***reală*** **(m_r),** atunci **când** piesele sunt prelucrate prin **aşchiere** sau *fictivă* **(m_f)** când reprezintă intersecţia imaginară a suprafeţelor piesei **racordate** prin rotunjire cu ajutorul altei suprafeţe.

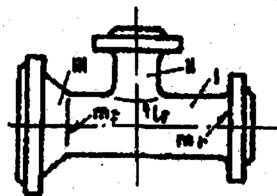


Fig.7.6

7.2.1.1. Reguli de reprezentare a vederilor

Conturul aparent, muchiile reale vizibile se trasează cu linie continuă groasă, tip A; muchiile acoperite se trasează cu linie întreruptă, tip E sau tip F; muchiile şi liniile fictive se trasează cu linie subţire, tip B, astfel încât acestea să nu atingă conturul piesei sau muchiile reale **(fig.7.6).**

Dacă o piesă de rotaţie prezintă şi suprafeţe plane (prisme, trunchiuri de **piramidă,** cilindri teşiţi de-a lungul axei, etc.) se recomandă reprezentarea în proiecţia respectivă a diagonalelor suprafeţei plane trasate cu linie continuă subţire (vezi exemplul din **tabelul7.3).**

Toate liniile de axă cu dimensiuni pe desen mai mici de 10mm se trasează cu linie subţire.

Elementele de ordin inferior care se repetă pe aceiaşi proiecţie (găuri, danturi, **striaţii,** şuruburi, etc.) pot fi reprezentate după caz: o singură dată; în poziţii extreme **(fig.7.7)** sau pe o mică porţiune **(fig.7.8).**

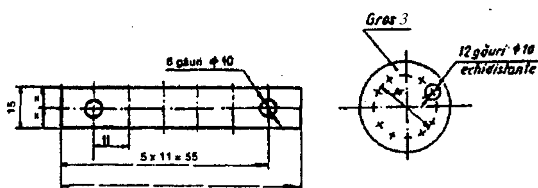


Fig. 7.7

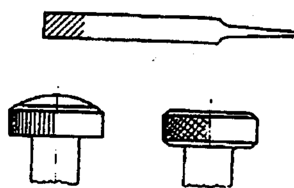


Fig. 7.8

7.2.1.2. Clasificarea vederilor

Clasificarea vederilor se face după direcţia de proiectare, tipurile de vederi fiind cuprinse în tabelul 7.3.

Tabelul 7.3. **Clasificarea** vederilor

Tipul de vedere	Reprezentarea și dispunerea pe desen
Vedere obișnuită (STAS 614-76)	
Vedere înclinată -în corespondență cu forma geometrică (vederea din A) -rotită (vederea din B)	
Vedere parțială	

7.2.2. Reprezentarea secțiunilor

7.2.2.1. Definiții

Secțiunea este reprezentarea în proiecție ortogonală, pe un plan, a unui obiect (piesă, ansamblu) după secționarea lui cu o suprafață fictivă si îndepărtarea imaginară a părții obiectului situată între suprafața de secționare și observator (în fața suprafeței de secționare).

Traseul de secționare reprezintă urma suprafeței de secționare pe un plan perpendicular pe planul pe care se face reprezentarea secțiunii.

7.2.2.2. Reguli de reprezentare a secţiunilor

Traseul de secţionare se reprezintă cu linie punct mixtă, tip H; segmentele cu linie continuă groasă nu trebuie să intersecteze liniile de contur. Direcţiile de proiectare se reprezintă prin săgeţi sprijinite pe segmentele de capăt ale traseului şi se notează cu majuscule cu înălţimea H=1,5...2h (h-dimensiunea nominală a scrierii folosită la cotare). Aceleaşi litere folosesc şi la identificarea secţiunilor; literele sunt însoţite de semnele P sau O→ dacă proiecţiile se reprezintă rotit sau desfăşurat (vezi tabelul 7.5).

Traseul de secţionare nu se reprezintă în cazul secţiunilor propiu-zise intercalate, suprapuse, deplasate sau în cazul reprezentărilor combinate; acestea se reprezintă în proiecţie din stânga sau de sus.

Conturul secţiunilor se reprezintă cu linie continua groasă, CU excepţia secţiunilor suprapuse care se reprezintă cu linie continuă subţire.

Suprafeţele rezultate prin secţionare se haşurează, în funcţie de material, cu haşurile prevăzute în STAS 104-80 (tabelul 7.4).

Tabelul 7.4. Haşuri folosite în desenul tehnic

Reprezentarea grafică	Natura materialului	Reprezentarea grafică	Natura materialului
	Metale		Sticlă şi alte materiale transparente
	Materiale nemetalice (garnituri, cauciuc, clingherit etc.)		Lichid
	Lemn, secţiune transversală pe fibră		Pământ
	Lemn, secţiune în lungul fibrei		Bobine, înfăşurări electrice

în tabelul 7.5 sunt exemplificate regulile de haşurare.

Tabelul 7.5. Folosirea haşurilor în desenul tehnic

Situaţii de folosire a haşurilor	Exemple
0	**1**
Aceeaşi piesă în proiecţii diferite	Secţiunea A-A A A a) b)

Tabelul 7.5 (continuare)

0	1
Piesă **secţionată** în trepte	A A
Piese alăturate	15°
Piese cu suprafeţe mari	
Piese cu contur la 45 "	30° 45° 90° 45° a) b)
Piese cu grosimi de cel mult 2 mm la scara **desenului**	
înscrierea cotelor pe suprafeţe haşurate	30

Dacă planul de secţionare trece prin axa longitudinală a nervurilor, spiţelor, penelor, arborilor şi în general a pieselor pline, acestea se reprezintă în vedere, chiar dacă planul se secţionează (vezi tabelul 7.6).

Conturul pieselor învecinate, poziţiile extreme ale unei piese mobile se reprezintă cu linie două puncte subţire şi acestea nu se haşurează, chiar dacă sunt traversate de planul de secţionare.

7.2.2.3. Clasificarea secţiunilor

Criteriile de clasificare precum şi modul de reprezentare şi dispunere al secţiunilor sunt prezentate în tabelul 7.6.

Tabelul 7.6. Clasificarea secţiunilor

Criteriul de clasificare	Exemple de reprezentare în desen
0	1
Modul de reprezentare	Secţiune cu vedere (A-A) Secţiuni propiu-zise: Intercalată a; Suprapusă b; Deplasată c; Obişnuită d (A-A)
Poziţia planului de secţionare faţă de planul orizontal de proiecţie	Secţiune verticală (A-A); Secţiune orizontală (B-B); Secţiune înclinată (C-C)

Tabelul 7.6 (continuare)

0	1
Forma suprafeței de secționare	Secțiune plană (C-C) Secțiune frântă (A-A) **Secțiune** în trepte **(B-B)** Secțiune cilindrică C-C D-D B-B A-A
Poziția planului de secționare față de axa piesei	**Secțiune longitudianală** *(a)* Secțiune transversală (A-A) *(b)* A-A
Proporția în care se face secționarea	**Secțiune** completă **Secțiune parțială** limitată de axă limitată de linie de ruptură

7..2.3. Reprezentarea **rupturilor**

7.2.3.1. Definiție

Ruptura este reprezentarea în proiecție ortogonală, pe un plan, a obiectului după îndepărtarea imaginară a unei părți din aceasta, separată de restul obiectului printr-o suprafață de ruptură (perpendiculară pe planul pe care se face reprezentarea).

7.2.3.2. Reguli de reprezentare a rupturilor

Ruptura se reprezintă cu linie continuă subţire ondulată (tip. C) atunci când se efectuează în scopul reducerii spaţiului pentru reprezentarea unei piese sau pentru evidenţierea unor detalii interioare acoperite în vedere (vezi tabelul 7.6) sau cu un cerc sau un dreptunghi, trasat cu linie subţire şi marcat cu o majusculă, atunci când are ca scop detalierea unei părţi a obiectului.

7.3. Cotarea desenelor tehnice

Cotarea desenelor tehnice este reglementată de SR ISO 129:1994.

7.3.1. Definiţii

Cotarea unei piese este operaţia de înscriere pe desen a dimensiunilor formelor geometrice simple din care este alcătuită piesa, precum şi a celor care stabilesc poziţia reciprocă a acestora.

Cotarea trebuie să ofere toate datele necesare înţelegerii şi execuţiei obiectului reprezentat.

Cota reprezintă valoarea numerică a dimensiunii elementului cotat, exprimată în unităţi de măsură corespunzătoare, înscrisă direct pe desen sau printr-un simbol literal, în cazul desenelor ce cuprind un tabel de dimensiuni.

Cotele sunt diferite tipuri:

-*cotăfuncţională:* cotă esenţială pentru funcţionarea unei piese (fig. 7.9);

-*cotă nefuncţională:* cotă care nu este esenţială pentru funcţionarea unei piese dar care are un rol important în definirea formei piesei;

-*cotă auxiliară:* cotă dată numai informativ; nu are rol hotărâtor în execuţia piesei şi decurge din alte valori date pe desen; se înscrie între paranteze.

Adesea cotele sunt însoţite de toleranţe, cu excepţia cotelor auxiliare pentru care nu se indică toleranţe.

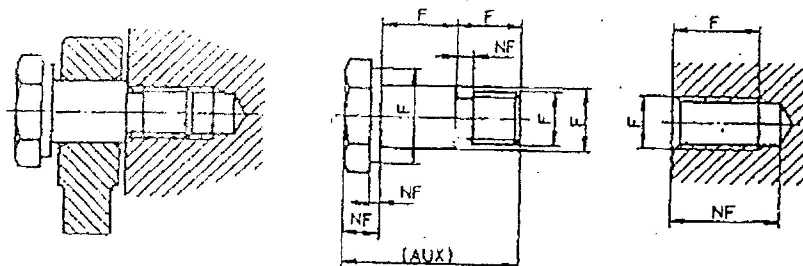


Fig. 7.9.

7.3.2. Elemente de cotare

Elemente folosite în operația de cotare sunt: linia ajutătoare, linia de cotă, extremitățile liniei de cotă, extremitățile liniei de cotă și punctul de origine, linia de indicație și cota propiu-zisă (tabelul 7.7).

Tabelul 7.7. **Elementele cotării**

Elementele de cotare	Execuția grafică și dispunerea pe desen	Observații
0	1	2
Linii ajutătoare. Pot fi: a) linii de contur b) linii de axă c) linii trasate special		- se trasează cu linie continuă subțire - depășesc liniile de cotă cu 1-2 mm.
Linii de cotă: a) drepte b) frânte	a) b)	- distanța dintre linia de contur și linia de cotă sau între două linii de cotă paralele este min. 7mm. - se trasează cu linie subțire
c) frântă cu braț de indicator d) arc de cerc	S⌀10 S⌀10 45° c) d)	
Extremitățile liniilor de cotă. Pot fi: a) săgeți la 15°; la 90°;		- nu se folosesc la cotarea în serie;
b) bare sau puncte	3 3 2 2 2 3 8 2 3 3 6	- se folosesc la elementele cu dimensiuni mici pe desen
c) cerc de indicare a originii	0 15 30 45 60 c)	

Tabelul 7.7 (continuare)

0	1	2
Linii de indicație. Pot fi terminate: a) cu săgeți; b) cu un punct; c) sprijinite pe linii de cotă.	a) b) c)	- folosesc la precizarea elementelor la care se referă o prescripție, o notare convențională sau o cotă.
Cotele: a) dispuse pentru a fi citite de jos și din dreapta; b) dispuse pentru a fi citite dinspre baza formatului.	a) b)	- pe același desen se folosește o singură metodă de cotare.

7.3.3. Cotarea unor elemente specifice

Tabelul 7.8. Exemple de **cotare** a unor elemente specifice

Elementele cotate	Exemple
0	1
Forme geometrice simple: **a) distanța între două puncte;** b) distanța de la un punct la o greaptă; c) arce, unghiuri, lungimea coardei; d) figuri geometrice; e) prisme; f) cilindri; g) trunchi de piramidă; **h) trunchi de con;** i) sferă	a) b) c) d) e)

Tabelul 7.8 (continuare)

0	1
	f) i) Reducere: $C_p=(T-t)/L$ înclinare: $S=(H-h)/L$ g) h) Conicitate: $C=(\varnothing_a-\varnothing_b)/L$
Teșituri: a) cu semiunghiul de vârf de 45 °; b) cu semiunghiul de vârf diferit de 45 °.	a) b)
Elemente dispuse simetric	
Arbori în trepte	
Elemente repetitive	
Elemente echidistante	

Tabelul 7.8 (continuare)

0	1
Profile	L 40x40x5; L 40x40x5-1200
Elemente cu secțiune constantă	Lung 300

Simboluri utilizate la înscrierea cotelor. Pentru precizarea pe desen a elementului cotat se folosesc următoarele simboluri: 0 - diametru; R - rază; D - latura pătratului; SR - sferă cu rază de...; S0- sferă cu diametrul de....

Simbolurile 0 și D se pot omite atunci când forma elementului este evidentă.

7.3.4. Siteme de cotare

Tabelul 7.9. Sisteme de dispunere a cotelor

Sistemul de cotare	Exemplu	Observații
Cotarea în serie	160 70 200 30 100 g	Se folosește numai în cazul în care cumularea toleranțelor nu influențează calitatea funcțională a piesei.
Cotarea față de un element comun (aceeași bază de referință)	⌀6 15 30 45 60	Baza de referință trebuie să fie: pe cât posibil prelucrată, **plană**, perpendiculară pe planul proiecției care se cotează, accesibilă pentru măsurare, importantă în funcționarea piesei.
Cotarea combinata		Cuprinde și cote înscrise în serie cât și cote față de un element comun.
Cotarea tabelară		Se utilizează în cazul pieselor similare ca formă, dar executate m mai multe variante dimensionale.

7.3.5. Metodologia de cotare

înainte de cotare se recomandă să se studieze piesa din punct de vedere al rolului funcțional, al formelor geomtrice simple care o alcătuiesc și a posibilităților de realizare a piesei astfel încât să se aleagă sistemul de cotare cel mai potrivit.

La înscrierea cotelor este necesar să se respecte o serie de reguli si anume:

-cotele se înscriu, de regulă, pe proiecția ce prezintă cele mai multe detalii de formă și poziție (de obicei proiecția principală reprezentată în secțiune);

-cotele se înscriu, pentru un element, pe proiecția în care acesta este reprezentat în adevărata mărime;

-nu se recomandă cotarea elementelor pe proiecția în care acestea sunt reprezentate cu linie întreruptă;

~se reprezintă toate cotele ce definesc formele geometrice ce alcătuiesc piesa (cotele de formă) precum și pozițiile reciproce ale acestora (cotele de poziție);

cotele funcționale se înscriu direct pe desen;

-se înscriu toate cotele ce determină dimensiunile paralelipipedului în care se înscrie piesa (cotele de gabarit);

cotele se înscriu din interior către exterior pentru a evita intersecția liniilor de cotă și a liniilor ajutătoare;

-cotele elementelor exterioare se înscriu pe cât posibil de o parte a desenului (în reprezentările combinate pe partea reprezentată în vedere), iar cele ale elementelor interioare pe cealaltă parte (în reprezentările combinate pe partea reprezentată în secțiune);

-lanțurile de cote de obicei nu se închid;

-nu se recomandă înscrierea unei cote între o suprafață plană și una cilindrică sau sferică.

7.4. Reprezentarea și cotarea flanșelor

Flanșele sunt organe de mașini care permit asamblarea demontabilă a două tronsoane de conducte sau două piese ale unei mașini sau instalații.

Tipurile de flanșe precum și normele de reprezentare sunt prezentate în tabelul 7.10.

Tabelul 7.10. Reprezentarea si cotarea flanșelor

Tipul de flanșă	**Reprezentare si cotare**
0	**1**
Flanșe cilindrice (circulare și rotunde)	a) b) c)

Tabelul 7.10 (continuare)

0	1
Flanșe pătrate	a) b)
Flanșe ovale	a) b)
Flanșe triunghiulare	a) b)
Flanșe oarecare	a) b)

7.5. Reprezentarea, cotarea si notarea filetelor

Filetul este o nervură elicoidală executată pe o suprafață cilindrică sau conică, exterioară sau interioară. El este cel mai utilizat mijloc pentru asamblarea demontabilă a două sau mai multe piese.

7.5.1. **Elementele geometrice ale filetului** (STAS 3872-83)

Profilul filetului este conturul spirei si al golului filetului, în plan axial. în figura 7.10 sunt prezentate elementele geometrice ale filetelor interioare și exterioare, pentru un filet cu profil triunghiular, în care:

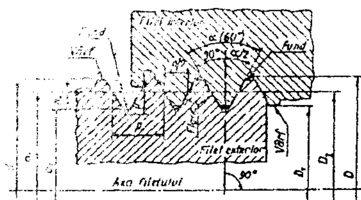


Fig. 7.10

H - înălțimea triunghiului generator;
h_1 - înălțimea filetului;
α - unghiul filetului;
p - pasul filetului;
d sau D - diametrul exterior;
d_1 sau D_1 - diametrul interior;
d_2 sau D_2 - diametrul mediu.

7.5.2. Clasificarea filetelor

Tipurile de filete sunt prezentate în tabelul 7.11.

Tabelul 7.1L Clasificarea filetelor

Criteriul de clasificare	Tipuri de filete
0	1
Forma suprafeței filetate	Cilindric exterior; Cilindric interior; Conic exterior; Conic interior
Modul de trecere la partea nefiletată	Cu ieșire; Cu degajare
Forma profilului	Triunghiular: Metric: M; Withtworth: W; Pentru țevi Gaz:G Trapezoidal: Tr Ferăstrău: S; Rotund:Rd; Edison:E; Pătrat:Pt
Forma înclinării profilului	Stânga; Dreapta

Tabelul 7.11 (continuare)

0	1			
Sistemul de măsurare	Filet metric (t×45°, M30)		Filet în țoli (l, d, t×45°, G3")	
Numărul de începuturi	Cu un început (M20)	Cu două începuturi (M84×6 (2 încep.))	Cu trei începuturi (M2" (3 încep.))	Cu patru începuturi (S70×10 (4 încep.))
Mărimea pasului	Filet metric normal (M40)	Filet metric fin (M10×1,5)	Filet în țoli normal (W2")	

În tabelul 7.12 sunt date dimensiunile filetului metric ISO de uz general, cu pas normal, iar în tabelul 7.13 sunt date, parțial, valorile dimensiunilor filetelor pentru țevi.

Tabelul 7.12. Filete metrice ISO de uz general, în mm

Diametrele filetului		Pasul filetului p	Diametrele filetului		Pasul filetului p
Diametrul exterior d=D	Diametrul interior $d_1=D_1$		Diametrul exterior d=D	Diametrul interior $d_1=D_1$	
4	3,242	0,70	20	17,294	2,5
5	4,134	0,80	24	20,752	3
6	4,917	1,00	30	26,211	3,5
8	6,647	1,25	36	31,670	4
10	8,376	1,5	42	37,129	4,5
12	10,106	1,75	48	42,587	5
16	13,835	2	5.6	50,046	5,5

Tabelul 7.13. Filete pentru țevi

Simbolul filetului	Diametrele nominale ale țevilor fitingurilor	Diametrele filetului în planul de măsurare		Pasul filetului P	Raza de racordare R
		Exterior d=D	Interior $d_1=D_1$		
G 1/4	8	13,157	11,445	1,337	0,18
G 3/8	10	16,662	14,950	1,337	0,18
G 1/2	15	20,955	18,631	1,814	0,25
G 3/4	20	26,441	24,117	1,814	0,25
G 1	25	33,249	30,291	2,309	0,32
G1 1/4	32	41,910	38,952	2,309	0,32
G 1 1/2	40	47,803	44,845	2,309	0,32
G 2	50	59,614	56,656	2,309	0,32
G 2 1/2	65	75,184	72,226	2,309	0,32
G 3	80	87,884	81,926	2,309	0,32

7.5.3. Reprezentarea, cotarea și notarea filetelor

Reprezentarea în desen a filetelor se face pe baza regulilor stabilite de STAS 700-81.

Cotarea filetelor se face prin înscrierea pe desen a elementelor principale ale filetului: diametrul nominal al filetului și lungimea de înșurubare (lungimea utilă a filetului). Măsurarea filetului se face măsurând diametrul mai accesibil, celelalte dimensiuni căutându-se în standardele dimensionale respective, sau cu ajutorul șabloanelor pentru filete.

Notarea filetelor se face în următoarea ordine: simbolul profilului filetului, diametrul nominal - în mm sau țoli, pasul - în mm sau fracțiuni de țol (pasul nu se notează pentru filetul metric normal, filetul Whitworth și filetul pentru țevi Gaz), numărul de începuturi - pentru filetele cu mâi multe începuturi, precizia filetului - prin simbolurile / (clasa fină) si *g* (clasa grosolană), sensul filetului - pentru filetul stânga - prin simbolul *stg*.

Exemple de reprezentare, cotare și notare a filetelor sunt prezentate în tabelul 7.11.

7.6. Notarea pe desen a stării suprafețelor

7.6.1. Definiții

Rugozitatea reprezintă ansamblul neregularităților suprafeței rezultate din procedeul de fabricație utilizat, care nu sunt abateri de formă (SR ISO 4287-1:1993).

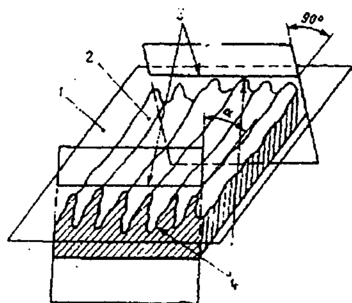


Fig. 7.12.

Suprafața reală a pieselor (2), obținută prin diferite procedee de prelucrare, . prezintă neregularități - proeminente cu goluri adiacente- fată de *suprafața ideală* sau *geometrică* (1). Prin secționarea suparfețelor cu un plan perpendicular pe o suprafață de referință - suprafața fată de care se estimează parametrii de rugozitate - se obțin: *profilul real* (4), *profilul geometric* (3) respectiv *linia de referință* (fig. 7.12).

Măsurătorile pentru caracterizarea profilului se fac pe o lungime a secțiunii l_n (lungime de măsurare) ce cuprinde una sau mai multe lungimi de bază / (lungime aleasă pentru definirea rugozității). Exprimarea rugozității se face cu ajutorul unor parametrii de rugozitate ce sunt prezentați în tabelul 7.13.

Tabelul 7.13. Parametrii de rugozitate

Simbol	Denumire	**Definiție**	
0	1	2	3
R_a	Abaterea medie aritmetică a profilului	Media aritmetică a valorilor absolute ale abaterilor profilului, în limitele lungimii de bază	$R_a = \frac{1}{l}\int_0^l \lvert y(x)\rvert dx \approx \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\lvert y_i\rvert$

Tabelul 7.13 (continuare)

0	1	2	3
R_v	înălţimea maximă **aprof ului**	Distanţa dintre linia proeminenţelor şi linia golurilor	
R_z	înălţimea **neregularităţilor** profilului în zece puncte	Media valorilor absolute ale înălţimilor celor mai de sus cinci proeminenţe şi adâncimilor celor mai de jos cinci goluri în **limitele** lungimii de bază	
S_m	Pasul **madiu** al neregularităţilor	Valoarea medie a paşilor neregularităţilor în limitele lungimii de bază.	
S	Pasul mediu al proeminenţelor locale	Valoarea medie a paşilor proeminenţelor locale în limitele lungimii de bază.	

Valorile numerice preferenţiale ale parametrilor, stabilite prin SR ISO 4287-1:1993, sunt date în tabelul 7.14.

Tabelul 7.14. Valori recomandate ale parametrilor de rugozitate

Parametrul de rugozitate	Valori numerice, µm
R_a	0,012; 0,025; 0,050; 0,100; 0,20; 0,40; 0,80; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100; 200; 400.
R_y;R_z	0,025; 0,050; 0,100; 0,20; 0,40; 0,80; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100; 200; 400; 800; 1600.
S_m; S	0,006; 0,0125; 0,025; 0,050; 0,100; 0,20; 0,40; 0,80; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5.

Valorile parametrului R_a pot fi indicate pe desen şi prin simbolurile claselor de rugozitate corespunzătoare (tabelul 7.15).

Tabelul 1.15. **Simbolurile** claselor de rugozitate

R_a	0,012	0,025	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100
N	-	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7	N_8	N_9	N_{10}	Nn	N_{12}	-

7.6.2. Notarea stării suprafețelor

Tabelul 7.16. Simboluri folosite în notarea stării suprafețelor

Simbol de bază	Simboluri derivate
în care H=2h; h=dimensiunea nominală a scrierii R_a=50 R_z=50 50 Rz 50 R_v=100 R_{max} 100 N8	Suprafețe prelucrate cu îndepărtare de material Suprafețe pentru care este interzisă îndepărtarea de material b a c(f) e d a-valoarea parametrului de rugozitate sau clasa de rugozitate; b-procedeu tehnologic, tratamentul suprafeței, etc. c-valoarea numerică a lungimii de bază d-simbolul orientării neregularităților (=; ⊥; *x;* M; C; R) e-valoarea numerică a adaosului de prelucrare f-valoarea numerică a altor parametrii de profil.

7.6.3. Indicarea pe desen a stării suprafețelor si a tratamentului termic

Exemple de dispunere a simbolurilor pentru indicarea rugozității suprafețelor sunt prezentate în tabelul 7.17.

Tabelul 7.17. Indicarea pe desen a stării suprafețelor

Suprafața la care se referă	Exemple de dispunere a simbolurilor
0	1
Suprafața exterioară a pieselor	
Suprafețe interioare ale găurilor, suparfețe de racordare, teșituri	

Tabelul 7.17 (continuare)

0	1
Aceeași suprafață cu rugozități diferite	
Suprafețele profilului filetelor și ale flancurilor danturii roților dințate	
Suprafețe ce formează ajustaje	
Toate suprafețele au aceeași rgozitate (a) Majoritatea suprafețelor au aceeași rugozitate cu unele excepții (b)	(a) (b)
Suprafață tratată termic	

7.7. Înscrierea pe desen a toleranțelor

Datorită impreciziei inevitabile a procedeelor de fabricație, dimensiunile efective ale pieselor diferă de dimensiunile indicate pe desen prin cote. Pentru a-și îndeplini rolul

funcțional si pentru a asigura interschimbabilitatea pieselor s-au stabilit anumite norme și reguli standardizate privind prescripțiile referitoare la precizia de fabricație.

7.7.1. Definiții

Definițiile și denumirile referitoare la dimensiuni, abateri si toleranțe (fig. 7.13) sunt date de STAS 7385/1-85 și STAS 8100/1-88 si sunt prezentate în tabelul 7.18.

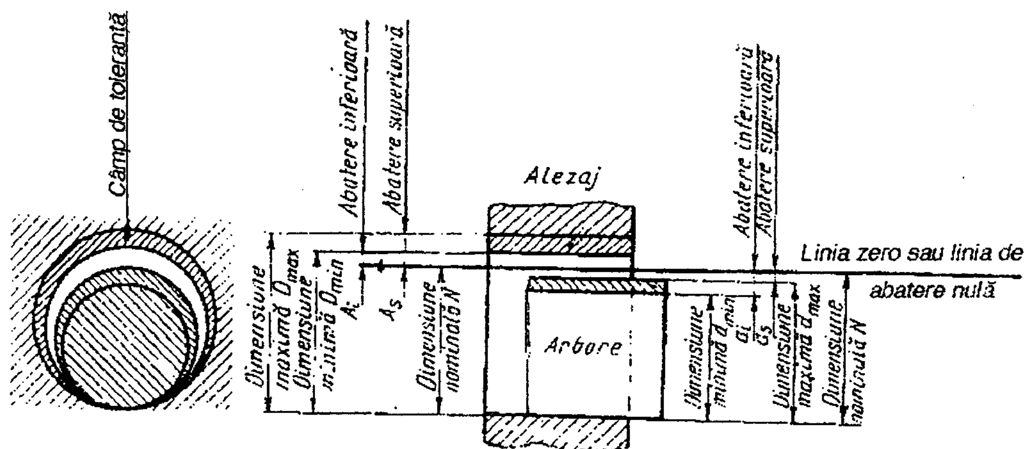


Fig. 7.13

Tabelul 7.18. **Abateri si toleranțe. Terminologie**

Termen	Simbol	Definiție
0	1	2
Arbore	-	Piesa cuprinsă; dimensiunea exterioară
Alezaj	-	Piesa cuprinzătoare; dimensiunea interioară
Dimensiune nominală	N	Dimensiunea rezultată din calcul fața de care se definesc dimensiunile limită
Dimensiunea efectivă	E	Dimensiunea reală a piesei obținută după prelucrare (măsurată).
Dimensiuni limită: -pentru alezaje -pentru arbore	 D_{max}, D_{min} d_{max}, d_{min}	Dimensiuni extreme între care trebuie să se găsească dimensiunea efectivă, prescrisă de proiectant. $D_{min} < D < D_{max}$ $d_{min} < d < d_{max}$
Abaterea efectivă	A, a	Diferența dintre dimensiunea efectivă și dimensiunea nominală: A D-N; a=d-N
Abateri limită: -superioară -inferioară	 A_s, a_s A_i, a_i	 A_s=D_{max}-N; a_s=d_{max}-N A_i D_{min}-N; a_i d_{min}-N
Linia de zero	-	Linia de abatere zero, linia față de care se reprezintă abaterile; corespunde dimensiunii nominale
Toleranța	T	Diferența dintre dimensiunea maximă și minimă T D_{max}-D_{min} A_s+N-(A_i+N) A_s-A_i T=d_{max}-d_{min}= a_s-a_i
Câmpul de toleranță	A, B, C,... a, b, c,...	Zona cuprinsă între liniile corespunzătoare dimensiunilor maxime și minime.

Tabelul 7.18 (continuare)

0	1	2
Ajustaj	-	Relația dintre dimensiunile dinainte de asamblare a două piese, una arbore, alta **alezaj,** cu condiția ca dimensiunea nominală a celor două piese, N, să fie aceeași.
Ajustaj cu joc	A, **B**, ..., G a, **b**, ..., g	Ajustajul ce are câmpul de toleranță al alezajului în întregime deasupra câmpului de toleranță al arborelui $D_{min} > d_{max}$; $j_{max} = D_{max} - D_{min}$; $j_{min} = D_{min} - d_{max}$; $T_j = j_{max} - j_{min} = T_D - T_d$.
Ajustaj intermediar	J, K, M, **N**, P j, k, m, n, p	Ajustajul ca are câmpurile de toleranță suprapuse **parțial** sau complet; pot rezulta asamblări atât cu joc cât și cu strângere.
Ajustaj cu strângere	**N, P, ..., Z,** ZA; ZB, ZC n, p, ..., z, za, zb, zc	Ajustajul ce are câmpul de toleranță al alezajului în întregime sub câmpul de toleranță al arborelui. $D_{max} < d_{min}$; $S_{max} = d_{max} - D_{min}$; $S_{min} = d_{min} - D_{max}$; $T_s = S_{max} - S_{min} = T_d + T_D$.

7.7.2. Sisteme de ajustaj

STAS **8100-88** prevede două sisteme de ajustaj: *sistemul alezaj unitar* și *sistemul arbore unitar* (tabelul **7.19**).

Tabelul 7.19. Sisteme de ajustaj

Sistemul de ajustaj		Caracteristici
Sistemul alezaj unitar	*Alezaj* *Arbore* D_{max} D_{min} d_{min} d_{max} *Ajustaje cu joc* *Ajustaje intermediare* *Ajustaje cu strângere*	Sistem preferat. $D_{min} = N$; $A_i = 0$ Poziție constantă a câmpului de toleranță al alezajului (H). Tipurile de **ajustaje** se obțin variind poziția câmpului de toleranță al arborelui.
Sistem arbore unitar	*Arbore* *Alezaj* d_{max} d_{min} D_{min} D_{max} *Ajustaje cu strângere* *Ajustaje intermediare* *Ajustaje cu joc*	$d_{max} = N$; $a_s = 0$. Poziție constantă a câmpului de toleranță al arborelui (h). Tipurile de ajustaje se obțin variind poziția câmpului de toleranță al alezajului.

7.7.3. Tolerante fundamentale. Trepte de **precizie**

Mărimea toleranței se notează cu cifre ce însoțesc simbolul câmpului de **toleranță.** în sistemul de toleranțe ISO se folosesc 18 trepte de precizie notate cu: 01, O, 1, ..., 16; fiecare precizie corespunde cu una din toleranțele denumite fundamentale și notate respectiv cu

simbolurile IT 01, IT O, IT 1 până la IT 16. Calitatea 01 este cea mai precisă iar calitatea 16 cea mai puțin precisă.

Treapta de precizie se alege în funcție de condițiile funcționale impuse asamblărilor, ea determinând lărgimea câmpului de toleranță:

01 și O în mecanica de precizie;
1 până la 4 pentru calibre;
5 până la 11 pentru fabricarea pieselor ce formează **ajustaje**;
12 până la 16 pentru prelucrări prin deformare plastică sau turnare.

7.7.4. Ajustaje preferențiale

în sistemul ISO există o serie de ajustaje preferențiale pentru sistemul de alezaj unitar (tabelul 7.20) și pentru sistemul arbore unitar (tabelul 7.21).

Tabelul 7.20. Câmpuri de tolerantă preferențiale si ajustaje preferențiale pentru dimensiuni până la 500mm **SISTEMUL** ALEZAJ UNITAR **(STAS 8100/3 -88)**

	H6	H7	HS	H9	H10	H11	H12
a			a9			a11	
b			b9			**b11**	b12
c		c8	c9			**c11**	
d		dS	d9	dl 0	**d10**	**d11**	
e	**e7**	eS	e9				
f	f6	**f7**	**f8**	**f9**			
		f6					
g	**g5**	**g6**					
			h8				
h	h5	h6		h9	**h10**	**h11**	**h12**
			h7				
j	**j5**	**j6**	**j7**				
k	k5	k6	**k7**				
m	m5	m6	ra7				
n	**n5**	n6	**n7**				
P	P5	p6	P7				
r	r5	**r6**	**r7**				
s	s5	s6	**s7**				
t	**t5**	t6					
u	**u5**	u6	**u7**				
v	v5	v6					
x	x5	x6	x7				
y		**y6**	y7				
z		z6	z7				

Tabelul 7.21. Câmpuri de **toleranță** preferențiale si ajustaje preferențiale pentru dimensiuni până la 500mm SISTEMUL ARBORE UNITAR (STAS **8100/4 -88)**

	h6	h7	**h8**	h9	h11
A					Al 1
B					Bl 1
D				D8	Dl 1
E			E7		
F		**F7**	**F8**		
G	G7				
H	H7	H8	**H9**	**H9**	**H1 1**
J	J7				
K	K7				
M	M7				
N	N7				
P	P7				
R	R7				
S	S7				
U	U7				
X	X7				
Z	Z7				

7.7.5. Caracterul şi domenii de aplicare ale ajustajelor

Tabelul 7.22. **Alegerea tipurilor de ajustaje**

Simbolul ajustajului	Caracterul ajustajului	Domeniul de aplicare
0	1	2
H8/a9, H11/a11, H8/b9, H11/b11, H12/b12	Jocuri foarte mari	Se **folosesc** rar
H7/c8, H8/c9, H11/c11	Jocuri mari	Asigurarea unei anumite elasticităţi necesare a pieselor în condiţii de solicitări şi mediu nefavorabile. Asigurarea montării uşoare. Joc redus dacă arborele se încălzeşte mult mai mult decât **alezajul** (de exemplu **ajustajul H7/c8** la tija supapei în bucşa de ghidare la motoare cu ardere internă)
H7/d8, H8/d9, H9/d10, H10/d10, H11/d11	Jocuri mijlocii	Asamblări mobile în maşini grele (de exemplu: roţi libere pe arbore, lagăre de alunecare în turbine, maşini de **îndreptat,** laminoare)
H6/e6,H7/e8,H8/e9	Jocuri mijlocii	Arbori în lagăre de alunecare cu **lubrifiere** abundentă, mult distanţate între ele sau arbori în mai mult de două lagăre (de exemplu, H6/e7 la arborele cotit şi axul cu came în lagărele lor la motoarele cu **ardere** internă, lagărele **turbogeneratoarelor,** motoare electrice mari etc.)
H6/f6, H7/f6, H7/f7, H8/f8, H9/f9	Jocuri mici	Arbori în lagăre de alunecare cu lubrifiere normală cu ulei sau unsoare, funcţionând la temperaturi nu prea ridicate (de exemplu lagăre la **reductoare** de turaţie, motoare electrice mici, pompe, mecanisme mijlocii şi uşoare, **roţi** dinţate libere pe axe fixe, tije de **tacheţi** în ghidajul lor, mecanisme de cuplare)
H6/k5, H7/k6, H8/k7	**Ajusatje** intermediare cu strângere **probabilă mică**	Asamblări precise cu montaj uşor. Asigurarea lipsei de vibraţii (de **exemplu,** bolţul pistonului în piston, bucşele cu **ghiare** de cuplare pe arborii cutiilor de viteză)
H6/m5, H7/m6, H8/m8	Ajustaje intermediare cu strângere probabilă mai mare	Forţă de montare redusă în cazul strângerii maxime. Asamblări foarte precise cu joc limitat la minim (de exemplu, came pe ax, şuruburi cu tijă de centrare)
H6/n5, H7/n6, H8/n7	**H6/n5, ajustaj** cu strângeri foarte mici (pentru D> 3 mm) **H7/n6, H8/n7** ajustaje intermediare cu joc probabil extrem de redus	Asamblări foarte precise fără joc, însă fără strângeri prea mari Asamblări **"strânse".** Dacă suprafeţele în contact sunt lungi, erorile de **rectilinitate** sau **coaxialitate** contribuie la mărirea strângerii
H6/p5,H7/p6,H8/p7	**H7/p6-ajustaj** cu strângeri mici (pentru D>3mm) **H6/p5-ajustaj** cu strângeri mici **H8/p7-ajustaj** intermediar	**Fixarea** pieselor la solicitări reduse sau în cazul unui element suplimentar de fixare (pene **etc.).** Montarea şi demontarea fără pericol de deteriorare. Ajustaj tipic cu strângeri obişnuite la piese de oţel şi fontă sau oţel **şi** alamă (de exemplu roţi împănate pe arbori sau butuci, cuzineţi în lagăre). La piese din aliaje uşoare **strângerea** e prea redusă pentru a asigura fixarea corespunzătoare. Ca la **H7/p6,** însă o execuţie mai precisă (deci mai scumpă) Se foloseşte rar
H6/g5,H7/g6	Jocuri **foarte** mici	Asamblări mobile **numai** la mecanisme de precizie cu solicitări **foarte** reduse. Asamblări **fixe** de poziţionare a elementelor (de exemplu **ştifturi** de centrare, şurubul capului de bielă)

Tabelul 7.22 (continuare)

0	1	2
H6/h5, H7/h6, H8/h8, H9/h9, H11/h11, H12/h12	Joc minim egal cu zero, joc probabil foarte mic	Asamblări fixe cu poziționarea precisă a elementelor. Asamblări mobile cu ghidare foarte precisă, cu ajustaje de precizia 5-7 (de exemplu supape comandate cu arc, articulații în mecanisme finale). Lanțuri de dimensiuni la montarea în șir a mai multor piese (de exemplu, roți dințate pe axul cutiei de viteză)
H6/j5, H7/j6, HS/j7	Ajustaje. intermediare cu joc probabil foarte mic sau într-un număr redus de cazuri - cu o slabă strângere probabilă	Asamblări fixe cu montare și demontare ușoară a pieselor și joc limitat (de exemplu, roata melcată pe arbore, capace în corpuri, coroane de roți dințate fixate cu șuruburi pe capul roții, centrarea semicuplajelor)
H6/r5, H7/r6, H8/r7	H7/r6-ajustaj cu strângeri mijlocii	Fixare "mijlocie" la piese din metale feroase și fixare ușoară la piese din metale neferoase (de exemplu, bucșe presate în lagăre, ghidaje, capete de bielă, fixarea rotorilor de pompă pe arbore)
	H6/r5-ajustaj cu strângeri mijlocii	Ca la H7/r6, însă o execuție mai precisă (deci mai scumpă)
	H8/r7-ajustaj intermediar pentru D 100mm sau ajustaj cu strângere pentru D<100mm	Strângerea minimă extrem de redusă, apropiată de zero
H6/s5, H7/s6, H8/s7	Ajustaje cu strângeri mari	Strângeri apreciabile (în special la H6/s5 și H7/s6). La dimensiuni mari, montarea se face prin încălzirea alezajului sau răcirea arborelui. Asamblări cu strângeri mari permanente sau nepermanente (de exemplu manetonul în manivela arborelui cotit. cămașa de cilindru în cilindrul motoarelor)
H6A5, H7/t6	Ajustaje cu strângeri foarte mari	Asamblări permanente de piese de oțel și fontă, supuse la solicitări apreciabile, asigurând fixarea fără măsuri suplimentare (de exemplu scaunul supapelor în chiulasa motorului, semicuplaje fretate pe arbore, roți dințate mari, supuse la momente de torsiune apreciabile și montate permanent pe arbore sau butuc)

Clasele de toleranță și abaterile fundamentale sunt date în STAS 8100/3-88, STAS 8100/4-88, STAS 8100/5-90 și STAS 8100/6-90. Extrase din aceste standarde sunt prezentate în tabelele 7.23 ÷ 7.26.

Tabelul 7.23. **Câmpuri de toleranță de uz general pentru dimensiuni până la 500 mm - ARBORI - Abateri limită, µm**

Dimensiuni **nominale,** mm	Simbolul															
	d	**d11**	e8		**f8**	**g6**	h9	**h7**	h8	**h9**	**h11**	**j6**	k6	**m6**	**6**	P6
Până la 3	-20 -45	**-20** -80	-14 -28	-6 -16	-6 -20	-2 -8	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	0 -60	+4 -2	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6
3-6	-30 -60	-30 -105	-20 -38	-10 -22	-10 -28	-4 -12	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	0 -75	+6 -2	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12
6-10	-40 -76	-40 -130	-25 -47	-13 -28	-11 -35	-5 -14	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	0 -90	+7 -2	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15
10-18	-50 -93	-50 -160	-32 -59	-16 -34	**-16** **-43**	-6 -17	0 **-11**	0 -18	0 -27	0 -43	0 -110	**+8** -3	+12 +1	+18 +7	+23 +12	+29 +18
18-30	-65 -117	-65 -195	-40 -73	-20 -41	-20 -53	-7 -20	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	0 -130	**+9** -4	+15 +2	+21 +8	+28 +15	+35 +22
30-50	-80 **-142**	-80 -240	-50 -89	-25 -50	-25 -64	-9 -25	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	0 -160	+11 -5	+18 +2	+25 +9	+33 +17	+42 +26
50-80	-100 -174	-100 -290	-60 -106	-30 -60	-30 -76	-10 -29	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	0 -190	+12 -7	+21 +2	+30 +11	+39 **+20**	+51 +32
80-120	•120 -207	-120 -304	-72 -126	**-36** -71	-36 -90	-12 -34	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	0 -220	+13 -9	+25 +3	+35 +13	+45 +23	+59 +37
120-180	-145 -245	-145 -395	-85 **-148**	-43 -83	**-43** -106	-14 -39	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	0 -250	+14 -11	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43
180-250	-170 -285	-170 -460	-100 -172	-50 -96	-50 -122	-15 **-44**	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	0 -290	+16 -13	+32 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50
250-315	-190 -320	-190 -510	-110 -191	-56 -108	-56 -137	-17 -49	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	0 -320	+16 -16	+36 +4	+52 +20	+66 +34	+88 +56
315-400	-210 -350	-210 -570	-125 -214	-62 -119	-62 -151	-18 -54	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	0 -360	+18 -18	+40 +14	+57 +21	+73 +37	+98 +62
400-500	-230 -385	-230 -630	-135 -232	-68 -131	-68 -165	-20 -60	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	0 **-400**	+20 -20	+45 +5	+63 +23	+80 +40	+108 +68

Tabelul 7.24. Câmpuri de toleranţă de uz general pentru dimensiuni până la 500 mm - ALEZAJE - Abateri limită, µm

Dimens. nominale mm	Simbolul														
	D8	**D11**	E7	F7	F8	G7	**H6**	**H7**	H8	H9	**H11**	J7	K7	M7	N7	P7
Până la 3	**+34**	+80	+24	+16	+20	+12	+6	410	+14	+25	+60	+4	0	-2	-4	-6
	+20	+20	+14	+6	+6	+2	0	0	0	0	0	-6	**-10**	-12	-14	-16
3-6	+48	+105	+32	+22	+28	+16	+8	+12	+18	+30	+75	+6	+3	0	-4	" -8
	+30	+30	+20	+10	+10	+4	0	0	0	0	0	-6	-9	-12	-16	-20
6-10	+62	+130	+40	+28	+35	+20	+9	**+15**	+22	+36	+90	+8	+5	0	A	9
	+40	+40	+25	+13	+13	+5	0	0	0	0	0	-7	-10	-15	-19	-24
10-18	+77	+160	+50	+34	+43	+24	+11	+18	+27	+43	+110	+10	+6	0	-5	**-11**
	+50	+50	+32	+16	+16	+6	0	0	0	0	0	-8	-12	-18	-23	-29
18-30	+98	+105	+61	**+41**	+53	+28	+Î3	+21	+33	+52	+130	+12	+6	0	-7	-14
	+65	+65	+40	+20	+20	+7	0	0	0	0	0	-9	-15	-21	-28	-35
30-50	+119	+240	+75	+50	+64	+34	+16	+25	+39	+62	+160	+14	+7	0	**-8**	-17
	+80	+80	+50	+25	+25	+9	0	0	0	0	0	-11	**-18**	-25	**-33**	-42
50-80	+146	+290	+90	+60	+76	+40	+19	+30	+46	+74	+190	+18	+9	0	-9	-21
	+100	+100	+60	+30	+30	+10	0	0	0	0	0	-12	-21	-30	-39	-51
80-120	+174	+340	+107	**+71**	+90	+47	+22	+35	+54	+87	+220	+22	+10	0	-10	-24
	+120	+120	+72	+36	+36	**+12**	0	0	**0**	0	0	-13	-25	-35	-45	-59
120-180	+208	+395	+125	+83	+106	+54	+25	+40	+63	+100	+250	+26	**+12**	0	-12	-28
	+145	+145	+85	+43	+43	+14	0	0	0	0	0	**-14**	-28	-50	-52	-68
180-250	+242	+460	+146	+96	+122	+61	+29	+46	+72	+115	+290	+30	+13	0	-14	-33
	+170	**+170**	+100	+50	+50	+15	0	0	0	0	0	-16	-33	-46	-60	-79
250-315	+271	+510	+162	+108	+137	+69	+32	+52	+81	+130	+320	+36	+16	0	-14	-36
	+190	+190	+110	+56	+56	+17	0	0	0	0	0	**-16**	-36	-52	**-66**	-88
315-400	+299	+570	+182	+119	+151	+75	+38	+57	+89	+140	+360	+39	**+17**	0	-16	-41
	+210	+210	+125	+62	+62	+18	0	0	0	0	0	-18	-40	-57	-73	-98
400-500	+327	+630	+198	+131	+165	+83	+40	+63	+97	+155	+440	+43	+18	0	**-17**	-45
	+230	+230	**+135**	+68	+68	+20	0	0	0	0	0	-20	-45	-63	-80	-108

Tabelul 7. 25. **Câmpuri de toleranță de uz generai pentru dimensiuni până la 500 mm. Abateri limită, în μm**

Dimensiuni nominale mm	Simbolul					
	Arbori			Alezaje		
	a11	b11	c9	A11	B11	C11
Până la 3	-270 -330	-140 -200	- 60 - 85	+330 +270	+200 +140	+120 + 60
3-6	-270 -345	-140 -215	- 70 -100	+350 +270	+345 +140	+145 + 70
6-10	-280 -370	-150 -240	- 80 -116	+370 +280	+240 +150	+170 + 80
10-18	-290 400	-150 -260	- 95 -138	+400 +290	+260 +150	+205 +100
18-30	-300 430	-160 -290	-110 -162	+430 +300	+290 +160	+240 +110
30-40	-310 470	-170 -330	-120 -182	+470 +310	+330 +170	+280 +120
40-50	-320 480	-180 -340	-130 -192	+480 +320	+340 +180	+290 +130
50-65	-340 -530	-190 -380	-140 -214	+530 +340	+380 +190	+330 +140
65-80	-360 -550	-200 -390	-150 -224	+550 +360	+390 +200	+330 +150
80-100	-380 -600	-220 -440	-170 -257	+600 +380	+440 +220	+390 +170
100-120	410 -630	-240 460	-180 -267	+630 +410	+460 +240	+400 +180
120-140	460 -710	-260 -510	-200 -300	+710 +460	+510 +260	+450 +200
140-160	-520 -770	-280 -530	-210 -310	+770 +520	+530 +280	+460 +210
160-180	-580 -830	-310 -560	-230 -330	+830 +580	+560 +310	+480 +230
180-200	-660 -950	-340 -630	-240 -355	+950 +660	+630 +340	+530 +240
200-225	-740 -1030	-380 -670	-360 -375	+1030 +740	+670 +380	+550 +260
225-250	-820 -1110	420 -880	-280 -395	+1110 +820	+710 +420	+570 +280
250-280	-920 -1240	480 -800	-300 430	+1240 +920	+800 +480	+620 +300
280-315	-1050 -1370	-540 -860	-330 430	+1370 +1050	+860 +540	+650 +330
315-355	-1200 -1560	-600 -960	-360 -500	+1560 +1200	+960 +600	+720 +360
355-400	-1350 -1710	-680 -1040	400 -540	+1710 +1350	+1040 +680	+760 +400
400-450	-1500 -1900	--760 -1390	440 -595	+1900 +1500	+1160 +760	+840 +440
450-500	-1650 -2000	-840 -1240	480 -635	+2050 +1650	+1240 +840	+880 +480

Tabelul 7.26. **Câmpuri de toleranță de uz general pentru dimensiuni până la 500 mm. Abateri limită, în µm**

Dimensiuni nominale mm	Simbolul									
	Arbori					Alezaje				
	r6	s6	u6	x6	z6	R7	S7	U7	X7	Z7
Până la 3	+16 +10	+20 +14	+24 +18	+26 +20	+32 +26	-10 -20	-14 -24	-18 -28	-20 -30	-26 -36
3-6	+23 +15	+27 +19	+31 +23	+36 +28	+43 +35	-11 -23	-15 -27	-19 -31	-24 -36	-31 43
6-10	+28 +19	+32 +23	+37 +28	+43 +34	+51 +42	-13 -28	-17 -32	-22 -37	-28 43	-36 -51
10-14	+34	+39	+44	+51 +40	+61 +50	-16	-21	-26	-33 -51	43 -61
14-18	+23	+28	+33	+56 +45	+71 +60	-34	-39	-44	-38 -56	-53 -71
18-24	+41	+48	+54 +41	+67 +54	+86 +73	-20	-27	-33 -54	47 -67	-65 -86
24-30	+28	+35	+61 +48	+77 +64	+101 +88	-41	-48	-40 -61	-56 -77	-80 -101
30-40	+50	+59	+76 +60	+96 +80	+128 +112	-25	-34	-51 -76	-71 -96	-103 -128
40-50	+34	+43	+86 +70	+113 +97	+152 +136	-50	-59	-61 -86	-88 -113	-127 -152
50-65	+60 +41	+72 +53	+106 +87	+141 +122	+191 +172	-30 -60	42 -72	-76 -106	-111 -141	-161 -191
65-80	+62 +43	+78 +59	+121 +102	+165 +146	+229 +210	-32 -62	-48 -78	-91 -121	-135 -165	-199 -229
80-100	+73 +51	+93 +71	+146 +124	+200 +178	+280 +258	-38 -73	-58 -93	-111 -146	-165 -200	-245 -280
100-120	+76 +54	+101 +79	+166 +144	+232 +210	+332 +310	-41 -76	-66 -101	-131 -166	-197 -232	-297 -332
120-140	+88 +63	+117 +92	+195 +170	+273 +248	+390 +365	-48 -88	-77 -117	-155 -195	-233 -293	-350 -390
140-160	+90 +65	+125 +100	+215 +190	+305 +280	+440 +415	-50 -90	-85 -125	-175 -215	-265 -305	400 -440
160-180	+93 +68	+133 +108	+235 +210	+335 +310	+490 +465	-53 -93	-93 -133	-195 -235	-295 .335	450 490
180-200	+106 +77	+151 +122	+265 +236	+379 +350	+549 +520	-60 -106	-105 -151	-219 -265	-333 -379	-503 -549
200-225	+109 +80	+159 +130	+287 +258	+414 +385	+604 +575	-63 -109	-113 -159	-241 -287	-368 414	-558 -604
225-250	+113 +84	+169 +140	+313 +284	+454 +425	+669 +640	-67 -113	-123 -169	-267 -313	408 454	-623 -669
250-280	+126 +94	+190 +158	+347 +315	+507 +475	+742 +710	-74 -126	-138 -190	-295 -347	455 -506	-690 -742
280-315	+130 +98	+202 +170	+382 +350	+557 +525	+822 +790	-78 -130	-150 -202	-330 -382	-505 -557	-770 -822
315-355	+144 +108	+226 +190	+426 +390	+626 +590	+936 +900	-87 -144	-169 -226	-369 426	-569 -626	-879 -936
355-400	+150 +114	+224 +208	+471 +534	+696 +660	+1036 +1000	-93 -150	-187 -244	414 471	-632 -696	-979 -1036
400-450	+166 +126	+272 +232	+530 +490	+780 +740	+1140 +1100	-103 -166	-209 -272	467 -530	-717 -780	-1077 -1140
450-500	+172 +132	+292 +252	+580 +540	+860 +820	+1290 +1250	-109 -172	-229 -292	-517 -580	-797 -860	-1227 -1290

7.7.6. înscrierea pe desen a toleranţelor

7.7.6.1. Toleranţa la dimensiuni liniare şi unghiulare

înscrierea pe desen a toleranţelor se face, în conformitate cu ISO 406-91, imediat după cote prin unul din modurile prezentate în tabelul 7.27.

Tabelul 7.27. înscrierea toleranţelor la dimensiuni

Toleranţa	Mod de înscriere	Exemple
Toleranţă la **dimensiuni liniare**	-prin simbolul câmpului de toleranţă	Φ20F7; Φ24 H7/f6
	-prin valorile abaterilor **limită**	$\phi 20^{+0,041}_{+0,020}$; $\phi 50_{-0,016}^{0}$; $\phi 50^{+0,018}_{+0,002}$; 30
	-prin simbolul câmpului de toleranţă urmat între paranteze de abaterile limită	$\phi 30h7(^{0}_{-0,021})$
Toleranţă la dimensiuni unghiulare	-prin valorile abaterilor limită	60°±10'; 30°

7.7.6.2, înscrierea pe desen a toleranţelor geometrice

Abaterile de formă (de la forma geometrică ideală proiectată) şi de poziţie reciprocă a suprafeţelor unei piese trebuie păstrate în anumite limite, reglementate prin standarde; regulile de înscriere pe desen şi simbolurile folosite sunt stabilite de STAS 7385/1-85.

Datele referitoare la toleranţele geometrice se înscriu în **dreptunghiri,** trasate cu linie subţire şi împărţite în mai multe căsuţe în care se notează: simbolul toleranţei, **valoarea** toleranţei (în mm) si baza (bazele) de referinţă, dacă **este cazul** (când elementul tolerat nu poate fi legat direct de baza de **referinţă** prin linie de indicaţie).

Tabelul 7.28. Indicarea elementului tolerat și a bazei de referință

Element tolerat / bază de referință	Indicarea pe desen
Elementul tolerat: -profilul sau suprafața piesei (a) -o porțiune a suprafețelor (b) -axa sau planul de simetrie (**c,d**)	(a) (b) (c) (d)
Bază de referința: -profilul sau suprafața piesei (a,b) -axa sau planul de simetrie al piesei (c,d)	(a) (b) (c) (d)

în tabelul 7.29 sunt date exemple de înscriere pe desen a toleranțelor geometrice.

Tabelul 7.29. **înscrierea pe desen a tolerantelor geometrice**

Tipul **tolerantei**	Denumirea toleranței	Simbolul toleranței	Exemplu de înscriere pe desen
0	1	2	3
Toleranțe de formă	Toleranța la **rectilinitate**	—	
	Toleranța la **planeitate**	£7	[U
	Toleranța la **circularitate**	O	
	Toleranța la **cilindricitate**	⌭	

Tabelul 7.29 (continuare)

0	1	2	3
Toleranțe de formă	Toleranța la forma dată a profilului	⌒	
	Toleranța la forma dată a suprafeței	⌓	
Toleranțe de orientare	Toleranța la paralelism	//	
	Toleranța la perpendicularitate	⊥	
	Toleranța la înclinare	∠	
Toleranțe de poziție	Toleranța la poziția normală	⌖	
	Toleranța la concentricitate și coaxialitate	◎	
	Toleranța la simetrie	⌯	
Toleranțe de bătaie	Toleranța bătăii circulare	↗	
	Toleranța bătăii totale	⌰	

7.8. Alcătuirea desenelor tehnice

7.8.1. Definiţii

Schiţa este desenul executat cu mâna liberă, în limita aproximaţiei vizuale, păstrând proporţia elementelor geometrice si respectând toate regulile de reprezentare grafică.

Desenul la scară reprezintă desenul executat după schiţă, cu ajutorul instrumentelor de desen, ţinând seama de o anumită scară de reprezentare.

Ambele desene pot fi folosite ca desene de execuţie.

Desenul de asamblu este reprezentarea grafică a unui complex de piese legate organic şi funcţional între ele.

7.8.2. Alcătuirea schiţei şi desenului Ia scară

Pentru alcătuirea schiţei şi desenului la scară al unei piese se parcurg următoarele etape:

-studiul preliminar al piesei prin care se identifică: formele geometrice si funcţionale; materialul şi procesul tehnologic de obţinere; poziţia de reprezentare; numărul minim de proiecţii necesare şi natura lor (vedere-secţiune);

-execuţia grafică a desenului.

La execuţia grafică a schiţei şi desenului la scară se parcurg aceleaşi etape cu menţiunea că pentru cel din urmă se alege si scara de reprezentare. Aceste etape sunt: alegerea formatului; trasarea dreptunghiurilor minime de încadrare a proiecţiilor; trasarea axelor de simetrie, a conturului exterior al piesei cu linie subţire; trasarea conturului interior cu linie subţire; înscrierea cotelor, rugozităţilor şi toleranţelor; haşurarea secţiunilor; îngroşarea muchiilor vizibile şi conturului; notarea traseelor de secţionare; completarea indicatorului şi prescripţiilor tehnice.

7.8.3. Alcătuirea desenului de ansamblu

Desenul de ansamblu trebuie să cuprindă numărul minim necesar de proiecţii pentru definirea clară a poziţiei relative a tuturor elementelor, a modului de asamblare şi funcţionare, precum şi toate dimensiunile necesare pentru montare şi funcţionare.

Poziţia de reprezentare trebuie să fie poziţia de funcţionare.

Regulile de întocmire a desenului de ansamblu sunt cuprinse în STAS 6134-84.

Fiecare componentă (piesă sau ansamblu de ordin inferior) a ansamblului este indicată prin un număr de poziţie, înscris la capătul unei linii de indicaţie ce se termină cu un punct în interiorul componentei respective; acelaşi număr se înscrie şi în tabelul de componenţă al desenului respectiv.

Tabelul de componenţă se plasează deasupra şi în stânga indicatorului şi se completează toate rubricile.

7. 9. Organe de mașini

7.9.1. Sisteme de unități de măsură

7.9.1.1. Noțiuni fundamentale

Mărimea este folosită pentru a descrie cantitativ și calitativ anumite fenomene.

Unitatea de măsură este o mărime de aceeași natură cu mărimea de măsurat si este aleasă arbitrar ca termen de comparație.

Măsura este un număr reprezentând raportul dintre mărimea și unitatea de măsură respectivă.

Unitățile fundamentale sunt acelea care servesc ca bază, într-un anumit sistem de măsură, pentru determinarea tuturor celorlalte unități de măsură.

Unitățile derivate sunt acele unități de măsură, deduse, în sistemul de măsură respectiv, din unitățile fundamentale.

Sistemul de unități de măsură reprezintă totalitatea unităților de măsură fundamentale și derivate care cuprind un domeniu determinat (sau mai multe domenii) de măsurare.

Sistemul de unități de măsură se numește coerent dacă totalitatea unităților derivate s-a obținut pe baza celor mai simple relații de definiție, ce nu conțin coeficienți numerici.

în mecanică sistemele de unități cele mai des utilizate sunt acelea care admit ca bază lungimea *L*, masa *M* și timpul *T*, fiind deci de tipul *LMT* (de exemplu sistemul *MKS*);

în afara acestora, se mai folosesc sisteme de măsurare care în locul masei utilizează ca unitate de măsură fundamentală forța, fiind deci de tipul *LFT* (de exemplu sistemul *MKfS*).

Sistemele de tipul *LMT* sau *LFT* nu pot fi folosite în toate domeniile fizice, apărând necesitatea de a completa aceste sisteme cu noi unități fundamentale care să facă posibilă măsurarea mărimilor electromagnetice, termice și luminoase; s-a ajuns astfel la numeroase sisteme de unități de măsură care au creat mari greutăți în practică.

Pentru eliminarea acestora a fost creat Sistemul internațional de unități *SI* care are unități de măsură fundamentale ce acoperă toate domeniile fizice.El a fost adoptat la cea de-a XI-a Conferință Generală de Măsuri si Greutăți, Paris, noiembrie 1960 și legiferat în România prin H.C.M. nr. 550 din 30 august 1961.

Lista unităților de măsură fundamentale, suplimentare și derivate ale sistemului internațional de măsură este prezentată în tabelul 7.30. Definițiile unităților fundamentale ale sistemului SI sunt prezentate în SR ISO 31-0 : 1994.

Tabelul 7.30. **Lista unităților de măsură fundamentale, suplimentare și derivate ale SI**

Nr. crt.	Mărimea	Unitatea de măsură	
		Denumirea unității	Simbolul unității
	Unități fundamentale		
1	Lungime	Metrul	m
2	Masă	Kilogramul	kg
3	Timp	Secundă	s
4	Intensitatea curentului electric	Amper	A
5	Temperatura termodinamică	Kelvin	K
6	Intensitate luminoasă	Candelă	cd
	Unități suplimentare		
1	Unghi plan	Radian	rad
2	Unghi solid	Sterradian	sr

Tabelul 7.30 (continuare)

Nr. crt.	Mărimea	Unitatea de măsură	
		Denumirea unității	Simbolul unității
	Unități derivate		
1	Suprafață	Metru pătrat	m^2
2	Volum	Metru cub	m^3
3	Frecvență	Hertz	Hz [1/s]
4	Masă volumică (densitate)	Kilogram pe metru cub	kg / m^3
5	Viteză	Metru pe secunda	m/s
6	Viteză unghiulară	Radian pe secunda	rad/s
7	Accelerație	Metru pe secunda la pătrat	m/s^2
8	Accelerație unghiulară	Radian pe secunda la pătrat	rad / s^2
9	Forță	Newton	N [$kg\,m/s^2$]
10	Presiune (Tensiune mecanică)	Newton pe metru pătrat	N/m^2
11	Viscozitate dimnamică	Newton sec pe metru pătrat	$N\,s /m^2$
12	Viscozitate cinematică	Metru pătrat pe secunda	m^2/s
13	Lucru mecanic, energiecantitate de căldură	Joule	J[Nm]
14	Putere	Watt	W [J/s]
15	Cantitate de electricitate	Coulomb	C [A s]
16	Tensiune electrică, diferență de potențial, forță electromotoare	Volt	V [W/A]
17	Intensitatea câmpului electric	Volt pe metru	V/m
18	Rezistență electrică	Ohm	Ω [V/A]
19	Capacitate electrică	Farad	F [A s/V]
20	Flux al inducției magnetice	Webăr	Wb [V s]
21	Inductanță	Henry	H [Vs/A]
22	Inducție magnetică	Tesla	T [Wb /m^2]
23	Intensitate a câmpului magnetic	Amper pe metru	A /m
24	Forță magnetomotoare	Amper	A
25	Flux luminos	Lumen	lm[cd sr]
26	Luminanță	Candelă pe metru	cd / m^2
27	Iluminare	Lux	l [lm /m^2]
28	Număr de unde	Unu pe metru	m^{-1}
29	Entropie	Joule pe kelvin	J/K
30	Căldură masică	Joule pe kilogram kelvin	J/kg K
31	Conductibilitate termică	Watt pe metru kelvin	W/m K
32	Intensitate energetică	Watt pe sterradian	W/sr
33	Activitate (a unei surse)	Unu pe secunda	s^{-1}

7.9.1.2. Reguli pentru formarea multiplilor și submultiplilor

Multiplii și submultiplii unităților de măsură ale Sistemului Internațional de unități se formează pe baza principiului zecimal prin înmulțirea unităților acestui sistem cu factorii de multiplicare menționați în tabelul 7.31.; în același tabel sunt cuprinse prefixele și simbolurile prefixelor pentru alcătuirea multiplilor și submultiplilor unităților de măsură.

Tabelul 7.31. **Prefixe și simboluri pentru multiplii și submultiplii unităților de măsură ale S.I.**

	Multiplicatorii unităților de referință	**Prefixul**	Simbolul
10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001	atto	a
10^{-15}	0,000000000000001	femto	f
10^{-12}	0,000 000 000 001	pico	p
10^{-9}	0,000000001	nano	n
10^{-6}	0,000001	micro	µ
10^{-3}	0,001	mili	m
10^{-2}	0,01	cenți	c
10^{-1}	0,1	deci	d
10^{1}	10	deca	da
10^{2}	100	hecto	h
10^{3}	1 000	kilo	k
10^{6}	1000000	mega	M
10^{9}	1000000000	giga	G
10^{12}	1 000 000 000 000	tera	T
10^{15}	1 000 000 000 000 000	penta	P
10^{18}	1 000 000 000 000 000 000	hecsa	E

La formarea și utilizarea multiplilor și submultiplilor SI se va ține seama de următoarele reguli:

- prefixele și simbolurile care indică un multiplu sau **submultiplu** se scriu **fără** spațiu liber, **liniuță** de unire sau **punct**, imediat înaintea denumirii unităților de **măsură**, respectiv a simbolurilor **acestora**, cu același caracter și corp de literă ca și unitățile de măsură **respectivă**, de exemplu: cm, kW, mm;

- nu se vor folosi prefixe compuse, de exemplu nu se scrie **milimicrosecundă** mµs, ci **nanosecundă** ns;

- **cînd** denumirea unității de măsură este formată din denumirea câtorva unități, prefixul va fi pus numai la denumirea primei unități; de exemplu se poate folosi **microvoltamper** µVA, dar nu se va folosi microvolt **microamper** µVµA.

*

Deși Sistemul Internațional de măsură prezintă certe avantaje, fiind dealtfel legiferat în majoritatea statelor, mai există chiar și în **prezent**, greutăți în generalizarea sa în special în domeniul mecanicii și termodinamicii atât datorită existenței a numeroase aparate de măsură **etalonate** după vechile sisteme, a **documentațiilor** neadaptate sau elaborate înaintea apariției SI cât și a reacției psihologice firești a oamenilor, în special a acelora care nu au fost familiarizați încă din școală cu acest sistem; în unele țări, ca de exemplu **Anglia**, este necesară chiar schimbarea unor linii tehnologice care nu poate fi realizată decât treptat.

Pentru a facilita posibilitatea folosirii datelor exprimate și în alte sisteme de unități de **măsură**, dintre care unele au încă o largă utilizare **practică**, cât și conversia acestora la sistemul SI, în tabelele 7.32 – **7.40** sunt prezentați factorii de transformare a principalelor unități de măsură folosite în exploatarea navală.

Tabelul 7.32. **Factori de transformare a unităților de forță**

Dat	Obținut în:				
	dyn	N	**kgf**	**pdl**	**lbf**
1 dynă	1	$1\cdot10^{-5}$	$1,02\cdot10^{-6}$	$7,233\cdot10^{-5}$	$2,248\cdot10^{-6}$
1 newton	1×10^{5}	1	0,102	7,233	0,2248
1 kilogram foiță	$9,80665\times10^{5}$	9,80665	1	70,9316	2,2046
1 **poundal**	$1,38255\times10^{4}$	0,138255	0,141	1	0,0311
1 pound force	$4,44822\times10^{5}$	4,44822	0,4536	32,174	1

Tabelul 7.33. **Factorii de transformare a unităților de măsură a presiunii**

Dat	Obținut în;					
	N/m²	**dyn/cm²** (baric)	**kgf/m²** **(mm H_2O)**	**pdl/ft²**	**lbf/ft²**	**kgf/cm²** (at)
1 newton pe metru pătrat	1	10	0,102	0,672	0,02088	**$1{,}02\cdot10^{-5}$**
1 **dynă** pe **cen**-timetru pătrat	0,1	1	0,0102	0,0672	**$2{,}0885\cdot10^{-3}$**	$1{,}02\cdot10^{-6}$
1 kilogram foiță pe metru pătrat	9,80665	98,0665	1	**6,59876**	0,2482	**$1\cdot10^{-4}$**
1 **poundal** per square foot	1,48816	14,8816	0,15175	1	0,03108	**$1{,}5175\cdot10^{-5}$**
1 poundal force per square foot	**47,88**	478,803	4,88243	32,174	1	**$4{,}8824\cdot10^{-4}$**
1 **atmosferă** tehnică (**1 kgf/cm²**)	98066	980665	**10 000**	65 897,6	2048,16	1
1 atmosferă fizică	**101 325**	**1 013 250**	103 323	68 087,3	**2 116,22**	1,03323
1 **torr** (1 mm Hg)	133,322	1 333,22	**13,595**	**89,5885**	2,78450	$1{,}3595\cdot10^{-3}$
1 **milimetru** coloană **H_2O** la 4°C	9,80665	98,0665	1	**6,58976**	0,24816	**$1\cdot10^{-4}$**
1 foot of water at 4° C	2 989,083	29 890,93	304,7915	**2 003,5**	62,4262	0,03048

Dat	Obținut în:					
	atm	torr	mm **H_2O** **la 4° C**	ft%0 **la 4°C**	in **H_2O** **la 4° C**	**in H_2O la 0°** C
1 inch of water la 4°C	249,089	2490,89	2539929	16733855	5,2022	**$2{,}54\cdot10^{-3}$**
1 **inci** of mercury 0°C	**3 386,39**	33 863,9	345316	**2 275,23**	70,7262	1,0345
1 newton pe metru pătrat	**$9{,}869\cdot10^{-6}$**	**$7{,}501\cdot10^{-3}$**	0,102	$3345\cdot10^{-4}$	$4{,}0146\cdot10^{-3}$	**$2{,}953\cdot10^{-4}$**
1 dynă pe centimetru pătrat	$9{,}869\cdot10^{-7}$	**$7{,}5\cdot10^{-4}$**	0,010972	**$3{,}345\cdot10^{-5}$**	**$4{,}01474\cdot10^{-4}$**	**$2{,}953\cdot10^{-5}$**
1 kilogram forță pe metru pătrat	**$9{,}678\cdot10^{-5}$**	0,073556	1	**$3{,}281\cdot10^{-3}$**	0,03937	**$2{,}896\cdot10^{-3}$**
1 poundal per square foot	**$1{,}4687\cdot10^{-5}$**	0,01116	0,15175	**$4{,}9788\cdot10^{-4}$**	0,05976	**$4{,}395\cdot10^{-4}$**
1 poundal force per square foot	**$4{,}7254\cdot10^{-4}$**	035913	**4,88243**	0,01602	0,1922	0,01414
1 atmosferă tehnică (1 **kgf/cm²**)	0,96784	**735,559**	$1{,}0332\cdot10^{4}$	32,809	393,712	28,959
1 atmosferă fizică (atmosferă normală)	1	760	**$1{,}033\cdot10^{4}$**	33,9	406,794	29,9213
1 **torr (1mm** Hg)	**$1{,}3158\cdot10^{-3}$**	1	**13,595**	0,0446	**0,53524**	0,03937
1 milimetru **co**-loană **H_2O** la 4° C	**$9{,}6784\cdot10^{-5}$**	0,07355	1	**$3{,}281\cdot10^{-3}$**	0,03937	0,02896
1 foot of water **la 4° C**	0,0295	22,4198	304,8	1	12	0,88267
1 inci of water la 4°C	**$2{,}458\times10^{-3}$**	1,86832	25,4	0,08333	1	0,073556
1 inci of mercury to4°C	0,03342	25,4	345315	1,133	**13,595**	1

Tabelul7 34 Unități **de măsură** a **temperaturii și** factorii de **transformare** a **acestora**

Sistemul de **unități**	**Denumirea unității**	**Simbolul unității**	**Definiția** ttflkâtf	**Observații**
SI	Kelvin	K	**Unitatea** de **măsură termodina-mică** care **reprezintă 1/273,16** dm **temperatura termodinamică** a punctului triplu al **apei**	**Definiția** â fost **adoptată** de **către** a **XIII-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți** în **anul** 1967
MKS CGS **MFfS**	**Grad** Celsius	°C	A **suta** parte dm **intervalul** de temperaturi **determinat** de **două repere:** temperatura de topire a **gheții notată** cu 0 și temperatura **de fierbere** a apei notată cu 100 **(ambele** temperaturi sunt stabilite la **presiune normală)** **t_c T - 273,15** **T t_c + 273,15**	Când este vorba de o diferență de temperatură unitatea **este** gradul și are **aceeași** valoare **atât** m SI cât și **în CGS.** Cu **t_c** se notează tem-**peratura** în ° C iar cu T temperatura termodina-**mică** în K
în afara sistemelor de unități	Grad **Fahreheit**	° F	A **180-a** parte **din** intervalul de temperaturi **definit** de temperatura de topire a **gheții,** notată cu 32 și temperatura de fierbere a apei **notatăcu** 212 (ambele temperaturi sunt determinate de **presiunea normală)** Relații de transformare: $t_f = \frac{9}{5}T - 459,66 = \frac{9}{5}t_c + 32$ $t_c = \frac{5}{9}(t_f - 32)$	Cu **t_f** se notează temperatura în ° F
	Grad Reaumur	° **R**	A **80-a** parte din intervalul de temperaturi determinat de temperatura de topire a **gheței,** notată cu 0 și temperatura de fierbere a apei notată cu 80 (ambele temperaturi sunt determinate de presiunea **normală)** t_r **0,8t_c = 0,8**(T - 273,15)	Cu **t_r** se notează temperatura în ° R

*Tabelul 7.35.*Factorii de transformare a principalelor unități de energie

Dat	Obținut în:			
	J	erg	**kgf·m**	ft-pdl
1 joule	1	**$1\cdot10^7$**	0,10197	23,73
1 erg	**1×10^{-7}**	**1**	**$0,0197\times10^{-8}$**	**$2,373\times10^{-6}$**
1 **kilogram** forță metru	9,80665	**$9,80665\cdot10^7$**	1	232,715
1 foot **poundal**	0,04214	**42 140**	**$4,297\times10^{-3}$**	1
1 foot-pound force	**1,3558**	**$1,3558\cdot10^7$**	0,138255	32,174
1 **kilowat** oră	**$3,6\cdot10^6$**	**$3,6\times10^{13}$**	**$3,671\times10^5$** •	**$8,543\times10^7$**
1 calorie $_{15}$	4,1855	**$4,1855\cdot10^7$**	0,42679	9932577
1 **calorie** $_{IT}$	4,18474	**$4,18674\cdot10^7$**	0,426988	993528
1 British thermal unit	1055,04	**$1,05504\times10^{10}$**	**107,584**	**25035,5**

Tabelul 7.35(continuare)

Dat	Obţinut în:				
	ftxlbf	**kwh**	**cal_{12}**	**cal_{IT}**	**Btu**
1 joule	0,73756	2,7778x10"	**0,2389**	**0,23885**	**$9,4783\times10^{-4}$**
1 erg	**$7,3756\times10^{-8}$**	**$2,7778\times10^{-14}$**	**$0,2389\times10^{-7}$**	**$2,3885\times10^{-8}$**	0,947834
1 **kilogram** forţă metru	**7,233**	**$2,724\times10^{-6}$**	2343	23423	**$9,295\times10^{-3}$**
1 foot **poundal**	0,03108	**$1,17056\times10^{-8}$**	0,01007	0,01006	**$3,9942\times10^{-5}$**
1 foot-pound force	**1**	**$3,766\times10^{-7}$**	032393	0,323836	**$1,2851\times10^{-3}$**
1 **kilowat** oră	**$2,655\times10^{6}$**	1	860,1 1×10^{3}	**$8,5986\times10^{5}$**	3412,19
1 $calorie_{15}$	3,087182	**$1,16264\times10^{-6}$**	1	0,99969	**$3,9671\times10^{-3}$**
1 **calorie**	3,08798	**$1,1628\times10^{-6}$**	1,0003	1	**$3,9683\times10^{-3}$**
1 British thermal **unit**	**778,158**	**$2,931\times10^{-4}$**	252,07	251,9958	1

Tabelul 7.36. **Echivalenţa între unităţile de viscozitate**

cSt	**Engler(E), °E**	Redwood **nr.1 (R.nr.1),s**	**Seybolt univ. (S.univ.),s**	cSt	Engler(E), '£	Redwood nr.1 **(R.nr.1),s**	Seybolt **univ. (S.univ.),s**
1,0	1,00	**28,5**	-	20,0	2,90	86	973
1,5	1,06	30,0	-	203	2,95	88	99,6
2,0	1,12	31,0	32,6	21,0	3,00	90	101,7
2,5	1,17	32,0	34,4	213	3,05	92	103,9
3,0	1,22	33,0	36,0	22,0	3,10	93	106,0
3,5	1,26	**34,5**	37,6	223	3,15	**95**	**108,2**
4,0	130	353	39,1	23,0	**3,20**	97	110,3
43	135	37,0	40,7	233	330	99	112,4
5,0	1,40	38,0	42,3	24,0	335	101	114,6
5,5	1,44	**39,5**	43,9	243	3,40	103	116,8
6,0	1,48	41,0	453	25,0	3,45	105	118,9
63	**1,52**	42,0	47,1	26,0	3,60	109	123,3
7,0	136	433	48,7	27	3,70	113	127,7
7,5	1,60	45,0	50,3	28	**3,85**	117	132,1
8,0	1,65	46,0	52,0	29	3,95	121	1363
8,5	1,70	**47,5**	53,7	30	4,10	125	140,9
9,0	1,75	49,0	55,4	31	**4,20**	129	1453
93	1,79	**50,5**	57,1	**32**	435	133	149,7
10,0	1,83	52,0	58,8	33	4,45	136	**154,2**
10,2	1,85	523	59,5	34	4,60	140	158,7
10,4	1,87	53,0	60,2	35	4,70	144	167,7
10,6	1,89	533	60,9	36	4,85	148	**173,2**
10,8	1,91	**54,5**	61,6	37	4,96	152	176,7
11,0	1,93	55,0	62,3	38	5,10	156	**163,2**
11,4	1,97	56,0	63,7	39	**5,20**	160	181,2
11,8	2,00	573	**65,2**	40	535	164	185,7
12,2	2,04	59,0	66,6	41	5,45	168	**190,2**
12,6	2,08	60,0	68,1	42	5,60	172	194,7
13,0	2,12	61,0	69,6	43	5,75	177	199,2
13,5	2,17	63,0	71,5	44	5,85	181	208,4
14,0	**2,22**	643	73,4	45	6,00	185	210,8
14,5	**2,27**	66,0	75,3	46	6,10	189	213,0
15,0	2,32	68,0	77,2	47	**6,25**	193	217,6
15,5	238	70,0	**79,2**	48	6,45	197	**222,2**
16,0	2,43	713	81,8	49	630	201	226,8
16,5	**2,50**	73,0	83,1	50	6,65	205	**231,4**
17,0	**2,55**	75,0	85,1	52	6,90	213	**240,6**
,5	2,60	77,0	87,1	54	7,10	221	**249,9**
18,0	2,65	783	**89,2**	56	7,40	229	259,0
18,5	2,70	80,0	91,2	58	7,65	237	**268,2**
19,0	2,75	82,0	93,3	60	7,90	**245**	277,4
19,5	2,80	84,0	95,4	70	**9,24**	283	323,4

Tabelul 7.37. **Factorii de transformare a principalelor unităţi de lungime**

Dat	Obţinut în:							
	Metri	Centimetri	Milimetri	Yards	Foots	**Inchs**	Mile terestre	**Mile** marine
1 metru	1	100	**1 000**	1,0936	3,281	39,37	**$6{,}214\cdot10^{-4}$**	$5{,}4\times10^{-4}$
1 centimetru	**$1\cdot10^{-2}$**	1	10	0,010936	0,03281	0,3937	**$6{,}214\cdot10^{-6}$**	$5{,}4\times10^{-6}$
1 milimetru	**$1\cdot10^{-3}$**	0,1	1	**$1{,}0936\cdot10^{-3}$**	**$3{,}281\cdot10^{-3}$**	0,03937	**$6{,}214\cdot10^{-7}$**	$5{,}4\times10^{-7}$
1 yard	**0,914 4**	91,44	914,4	1	3	36	**$5{,}682\cdot10^{-4}$**	**$4{,}937\times10^{-4}$**
1 foot	**0,304 8**	30,48	304,8	**0,333 3**	1	12	$1{,}894\cdot10^{-4}$	$1{,}646\times10^{-4}$
1 inch	**0,025 4**	**2,54**	25,4	0,02778	0,08333	1	$1{,}578\cdot10^{-5}$	**$1{,}37150\times10^{-5}$**
1 milă terestră	**1 609,344**	160934,4	1609344	**1 760**	5 280	**63 360**	**1**	0,869
1 **milă** marină	**1 852**	185200	**1 852 000**	2025,372	6076,115	72913,39	1,151	1

Tabelul 7.38. **Factori de transformare a principalelor unităţi de volum**

Dat	**Obţinut** în:							
	Decimetrul cubi	**Metri** cubi	Cubic inch	Cubic foot	Cubic yard	Imperial gallons (US)	US gallons(US)	Barrel (US) **pentru petrol**
1 decimetru cub	1	0,001	61,026	0,035316	0,001308	**0,219975**	**0,264172**	0,00629
1 metru cub	1000	1	61026	**35,315**	**1,308**	219,975	264,172	6,2898
1 cubic inch	0,016387	**$1{,}6387\cdot10^{-5}$**	1	**$9{,}787\cdot10^{-4}$**	**$2{,}1433\cdot10^{-5}$**	0,0036	0,004329	**$1{,}0307\cdot10^{-4}$**
1 cubic foot	28,317	0,028317	**1 728**	1	0,03704	6,22888	7,48052	0,17811
1 cubic yard	**764,555**	0,764555	**46 656**	27	1	168,177	201,974	4,8089
1 **gallon(UK)**	**4,54506**	0,00456	277,42	0,160544	**$5{,}946\cdot10^{-3}$**	1	**1,201**	0,0286
1 gallon(US)	3,78533	**$0{,}378533\cdot10^{-3}$**	231	0,13368	4,951132	0,83268	1	0,02381
1 **barrel(US)** pentru petrol	158,984	0,158984	**9 702**	5,6146	**0,208**	34,9726	42	1

Tabelul 7.39. **Factorii de transformarea principalelor unități de masă**

Dat	Obținut în:							
	g	kg	t	**lt**	St	**kgfs²/m**	lb	Slug
1 gram	1	1×10^{-3}	1×10^{-6}	$0{,}98421\times10^{-6}$	$1{,}10231\times10^{-3}$	$1{,}01972\times10^{-4}$	$2{,}2046\times10^{-3}$	6,8522x10°
1 kilogram	1000	1	1×10^{-3}	$0{,}98421\times10^{-3}$	$1{,}10231\times10^{-3}$	0,101972	2,20462	$6{,}8522\times10^{-2}$
1 tonă	1×10^{-6}	1×10^{-3}	1	0,98421	1,10231	$0{,}101972\times10^{3}$	2,20462	68,522
1 tonă lungă (long ton)	$1{,}01605\times10^{-6}$	1016,05	1,01605	1	1,12	$0{,}1036\times10^{3}$	2 240	69,622
1 tonă scurtă (short ton)	0,9072	907,185	0,907185	0,892857	1	92,5075	2 000	62,162
1 kilogram forță secundă la pătrat pe metru	9806,65	9,80665	$9{,}80665\times10^{-3}$	$9{,}651\times8\times10^{-3}$	$10{,}81\times10^{-3}$	1	21,62	0,67197
1 pound (**avoidupois)**	453,592	0,453592	$4{,}536\times10^{-4}$	$4{,}464\times10^{-4}$	5×10^{-4}	0,04625	1	0, 03108
1 slug	14593,9	14,5939	0,014594	$14{,}363\times10^{-3}$	$16{,}087\times10^{-3}$	3,48817	32,174	1

Tabelul 7.40. **Factorii de transformare a principalelor unități de putere**

Dat	Obținut în :								
	W	**kgf×m/s**	**ft×pdl/s**	**ft×lbf/s**	CP	**hp**	**$CP_{electric}$**	**kcal √h**	**Btu/h**
1 watt	1	0,102x10"	23,73	0,7376	$1{,}36\times10^{-3}$	$1{,}341\times10^{-3}$	$1{,}34\times10^{-3}$	0,85985	3,414
1 kilogram **forță**-metru pe secundă	9,80665	1	232,715	7,233.	0,01333	0,01315	0,01315	8,432	33,461
1 foot **poundal** pe secundă	0,04214	$4{,}297\times10^{-3}$	1	0,03108	$5{,}729\times10^{-5}$	$5{,}651\times10^{-5}$	$5{,}649\times10^{-5}$	0,03623	0,1438
1 **foot-pound** force pe secundă	1,356	$1{,}38255\times10^{4}$	32,174	1	$1{,}843\times10^{-3}$	$1{,}8182\times10^{-3}$	$1{,}817\times10^{-3}$	1,166	4,626
1 cal putere	735,5	75	17453,6	542,476	1	0,9863	0,9859	632,42	251
1 **horse-power**	745,7	76,04	17695,7	550	1,014	1	0,9996	641,19	2544,47
1 cal putere electric	746	76,071	17702,81	550,221	1,014278	1,000402	1	641,88	2545,5
1 **kilo-calorie**$_{IT}$ pe oră	1,163	0,1186	27,598	0,8578	$1{,}581\times10^{-3}$	$1{,}56\times10^{-3}$	$1{,}558\times10^{-3}$	1	3,968
1 British **thermal** unit pe oră	0,2931	0,02988	6,95468	0,21616	$3{,}985\times10^{-4}$	$3{,}93\times10^{-4}$	$3{,}93\times10^{-4}$	$0{,}252\times10^{-1}$	1

7.9.2. Rulmenți

Rulmenții fac parte din grupa lagărelor de **rostogolire** și au o largă **utilizare** la mașinile și agregatele navale. Corpurile de rostogolire (role, bile) sunt montate între inelul exterior și cel interior și sunt despărțite între ele printr-o colivie care le cuprinde și le ghidează. Colivia se confecționează din tablă de oțel moale, de **bronz, alamă, aluminiu,** mase plastice. Inelele rulmentului și corpurile de **rostogolire** se execută din **oțel aliat,** tratat termic.

în funcție de sarcina la care sunt solicitați rulmenții se împart în:

- *rulmenți* ***radiali*** care sunt solicitați la sarcini preponderent **radiale** dar care pot suporta **și** sarcini axiale mici;
- *rulmenți axiali* destinați a suporta sarcini axiale;
- *rulmenți* ***radiali-axiali*** (**axiali-radiali)** care pot suporta atât sarcini radiale cât și sarcini axiale preponderentă fiind sarcina **radială** (axială).

După forma corpurilor de rulare, rulmenții se clasifică în *rulmenți cu bile* și *rulmenți cu role* (cilindrice, conice, butoi, ace).

După particularitățile constructive, rulmenții se împart în *rulmenți cu autoreglare* (oscilanți) și *rulmențifără autoreglare (* neoscilanți)

După numărul corpurilor de rulare rulmenții se clasifică în rulmenți *cu un* ***rând,*** *cu două rânduri* sau *cu mai multe rânduri.*

Simbolizarea rulmenților (STAS 1679-88) cuprinde simbolul de bază și **simboluri** suplimentare (prefixe și sufixe).

Simbolul de bază este format din simbolul seriei de rulmenți care caracterizează tipul rulmentului și seria de dimensiuni; el corespunde execuției de bază a rulmentului. Simbolul tipului este format **dintr-o** cifră și una sau mai multe litere; seria de dimensiuni cuprinde rulmenții care **pentru** aceeași serie de lățimi, deși au dimensiuni diferite, sunt geometric asemenea.

Simbolul ***alezajului*** se notează după simbolul seriei rulmentului, modul de simbolizare fiind funcție de diametrul alezajului și de seria rulmentului.

Prefixele simbolizează:

- materialul - altul decât oțelul pentru rulmenți - din care se execută inelele și corpurile de rostogolire;
- părți ale rulmenților compleți.

în cazul **utilizării** mai multor prefixe acestea se înscriu în ordinea prezentată anterior.

Sufixele indică variantele constructive ale rulmentului sau modificări ale construcției interioare; ele se împart în 4 grupe;

- *grupa a I* cuprinde sufixele care se referă la modificarea construcției interioare a **rulmentlui** față de cea normală (de exemplu: A, B, C);
- *grupa a II-a* cuprinde sufixele care se referă la modificarea construcției exterioare a **rulmentului** (dimensiuni, forma **exterioară,** etanșare) față de cea normală (de exemplu, X, K, K30, D etc.);
- *grupa a III-a* cuprinde sufixele care se referă la modificarea materialului și a construcției normale (de exemplu J, Y, F, L, M);
- *grupa a IV-a* cuprinde sufixele care se referă la modificarea materialului și a construcției coliviei fată de construcția și materialul folosit la rulmenții de construcție normală (**de** exemplu P6, P5, Q6, SO, **S1** etc.).

Dacă se utilizează mai multe sufixe acestea se așază după simbolul de bază al rulmentului în ordinea **grupelor** .

Cunoscând regulile de **simbolizare** și simbolurile se pot aprecia caracteristicile principale ale **rulmenților.**

In **tabelul** 7.41 se prezintă sintetic **simbolizarea** seriei **de** rulmenți pentru principalele tipuri folosite to agregatele și instalațiile navale.

Tabelul ***7.41.*** Seriile principalilor **rulmenți** produși în **România**

Tipul **rulmentului**			STAS SR	**Simbolul** seriilor **rulmenților**
Rulmenți radiali cu **bile** pe un **rând**			3041	(61S),(619), **160, 60, 62, 63, 64**
Rulmenți **radiali** cu **bile** pe două **rânduri**			-	(42)
Rulmenți **radiali** axiali cu bile	Pe un rând		**7416/1**	72,73
	Pe **două rânduri**		**7416/2** **7416/3**	**32, 33**
Rulmenți **oscilanți** cu bile			**6846**	**12, 22, 13, 23**
Rulmenți radiali cu role **cilindrice**	Pe un rând	Fără umeri **la** inelul exterior		N2,N3,N4
		Fără umeri la inelul interior	**3043** (8 **STAS-uri parțiale)**	NU 10, (NU 20), NU 2, NU 22, NU **3, NU 23, N 4**
		Fără un umăr la inelul interior		**NJ 2, NJ 22, NJ 3, NJ 23, NJ 4**
	Pe două rânduri	Fără umeri la inelul exterior	**-**	**NN 30**
		Fără umeri la inelul interior	**6190**	**NNU 49**
Rulmenți radiali cu ace			7016/1 **7016/2**	NA 48, NA 49, (NA 69)
Rulmenți radiali - axiali cu role conice pe un rând			**3920**	320, (330), (331), 302, **322,(332), 303, 313, 323**
Rulmenți oscilanți, cu role butoi	Pe un rând		**-**	(202),(203)
	Pe două rânduri		**3918** (6 **STAS-uri** parțiale)	230, (240), 231, (241), 222, 213, **232, 223**
Rulmenți axiali cu bile	Cu simplu efect		**3921**	**511, 512, 513, 514, 522, 523, 524.**
	Cu dublu efect		**3922**	
Rulmenți axiali, **oscilanți,** cu role			7651 (3 parțiale)	292,293,294
Rulmenți axiali cu role cilindrice			-	**(811),** (812)

Observații. Rulmenții ale **căror simboluri** sunt indicate în paranteză nu fac obiectul unor standarde de **dimensiuni.** în seria simbolului prima cifră sau grupul de litere reprezintă tipul rulmentului, iar următoarele două cifre seria de dimensiuni; dacă simbolul are o singură cifră se consideră implicit atașată în față cifra O (de exemplu 2 se va considera 02).

7.9.3. Standarde de stat

Legislația de standardizare. Legea **nr.11** din 7 **martie** 1994 privind activitatea de standardizare în România publicată în Monitorul Oficial al României **nr.** 65/1994;

Hotărârea Guvernului României nr. 167 din 6 aprilie 1992 privind constituirea și funcționarea Sistemului național de certificare a calității, publicată în Monitorul **Oficial** al României nr. 70/1992;

Hotărârea **Guvernului** României nr. nr. 483 din 24 august 1992 **privind funcționarea** Institutului Român de **Standardizare** ca organ de specialitate al administrației publice centrale în domeniul standardizării, publicată în Monitorul Oficial al României nr. 65/1992;

Hotărârea Guvernului României **nr.721** din 10 noiembrie 1992 privind înființarea Centrului Național de Formare, Consultanță și Management pentru Asigurarea Calității, publicată în Monitorul Oficial al României nr. 297/1992.

Institutul Român de Standardizare. Institutul Român de Standardizare -IRS - organism de specia centrale, în subordinea Guvernului, coordonează:

- activitatea de standardizare;
- sistemul național de certificare a calității.

Atribuțiile principale ale IRS:

- realizarea politicii de standardizare; înființarea coitetelor tehnice;
- coordonarea și aprobarea programelor de standardizare;
- examinarea proiectelor de standarde române, supunerea lor anchetei publice și aprobarea lor ca standarde române;
- organizarea Sistemului național de certificare;
- acreditarea și notificarea organismelor de certificare și a organismelor de acreditare a laboratoarelor;
- certificarea conformității cu standardele române, gestionarea mărcilor de certificare SR și SRS;
- reprezentarea intereselor României în organismele internaționale și europene de standardizare.

Comitetele tehnice. Activitatea de standardizare națională precum și lucrările de standardizare internațională și europeană se desfășoară în cadrul celor 304 comitete tehnice, organisme pe domenii de specialitate, înființate cu acordul IRS pe lângă regii autonome, socie-
tăți comerciale, instituții publice și alte persoane juridice, precum și pe lângă IRS.

Structura și modul de lucru ale comitetelor tehnice sunt stabilite prin SR 10000-3.

Lista comitetelor tehnice cuprinzând denumirile, adresa secretariatelor, numele președinților și secretarilor este publică în BULETINUL STANDARDIZĂRII, începând cu nr. 1/1992. Comitetele tehnice nou înființate sunt, de asemenea, anunțate în BULETINUL STANDARDIZĂRII.

La lucrările comitetelor tehnice participă peste 3000 experți.

Relații internaționale. IRS este membru al ISO, CEI și ETSI, afiliat la CEN și CENELEC și participă la lucrările FAO și CEE - ONU.

IRS întreține relații cu organismele naționale de standardizare din cele 89 țări membre ISO și CEI și are încheiate acorduri de colaborare bilaterală cu: AFNOR, ABNT, BSI,DIN,ELOT,MOLDOVASTANDARD,ON,SASMO,TSE,UNI,UNMS.

În tabelul 7.42 se prezintă lista principalelor standarde - în special cu caracter general - care își găsesc aplicații în domeniul exploatării navale indicându-se în titlu și sectoarele de care aparțin.

Tabelul 7.42. **STAS-uri** uzuale folosite de **ofițerii** mecanici

STAS	Denumirea	Data intrării în vigoare
1	2	3
	A. Produse petroliere albe	
240 - 80	Produse petroliere. Motorina (înlocuiește STAS 240-66)	80.01.01
	A. *Produse petroliere negre*	
51 - 83	Produse petroliere. Păcură (combustibil lichid greu pentru focare industriale) (înlocuiește STAS 51- 70, STAS 51-80)	80.04.01
	A. *Uleiuri minerale*	
383 - 87	Uleiuri minerale. Uleiuri industriale (înlocuiește STAS 383-49, STAS 743-49, STAS 1188-50, STAS 1189-50, STAS 1190-50, STAS 1191-50, STAS 1192-50,STAS 1193-50 și STAS 383-70).	71.07.01

Tabelul 7.42(continuare

1	2	3
385-70	Uleiuri minerale. Uleiuri de cilindru (înlocuiește STAS 385-55).	71.07.01
387-79	Uleiuri minerale . Uleiuri pentru osii (înlocuiește STAS 508-49 și STAS 387-70).	71.07.01
751-87	Uleiuri minerale. Uleiuri neaditivate pentru motoare (înlocuiește STAS 751-70 și STAS 751-80)	80.03.01
871-81	Uleiuri minerale. Clasificare și notare (înlocuiește STAS 871-68 și STAS 871-80).	80-01.01
898-80	Uleiuri minerale. Uleiuri pentru instalații frigorifice (înlocuiește STAS 898-50, STAS 2535-51 și STAS 6254-60).	81.05.01
1195-84	Uleiuri minerale. Uleiuri neaditivate pentru compresoare (înlo-cuiește STAS 1195-56, STAS 1196-56, STAS 1197-56, STAS 1198-56, STAS 1199-50 ,STAS 6971-64 și STAS 1195-70)	71.01.01
7422-80	Ulei mineral pentru nave. Ulei N 22A (înlocuiește STAS 7422-66)	80,01.01
9301-90	Uleiuri pentru motoare. Reguli pentru aprecierea depunerilor și uzurii motoarelor cu ardere internă (înlocuiește STAS 9301-73)	73.05.01
9506-84	Uleiuri pentru instalații hidraulice,Uleiuri hidraulice pentru solicitări ușoare (înlocuiește STAS 9506-74)	74.01.01
SR 9691-94	Uleiuri hidraulice aditivate (înlocuiește STAS 9691-74 și STAS 9691-80)	80.01.01
10018-75	Ulei mineral pentru impregnat filtre de aer pentru motoare Diesel.	75.01.01
10292-85	Uleiuri pentru instalațiile frigorifice. Uleiurile F17 și F 29 (înlocuiește STAS 10292-75).	75.09.01
10588-76	Uleiuri pentru transmisii-industriale.	76.03.01
10808-80	Uleiuri minerale aditivate pentru motoare. Ulei M.30 super 2 (înlocuiește STAS 10808-77)	77.11.01
11035-78	Ulei mineral aditivat pentru compresoare de aer cu piston. Ulei KA 95.	78.09.01
11088-79	Ulei pentru acționări hidrostatice. Ulei H 41.	79.01.01
SR 11257-94	Uleiuri minerale hidraulice. Uleiuri pentru transmisii hidraulice . Ulei H 21 (înlocuiește STAS 11257-79).	79.09.01
11405-80	Uleiuri hidraulice aditivate. Ulei H 9 EP.	80.04.01
11450-86	Ulei mineral aditivat pentru lagăre. Ulei LA 46 (înlocuiește STAS 11450-80).	80.09.01
	A. *Unsori consistente, parafină, ceară de petrol vaselină*	
SR 562-94	Unsori consistente de uz general (înlocuiește STAS 562-55 și STAS 562-71).	
917-84	Vaselină tehnică artificială (înlocuiește STAS 917-61 și STAS 917-73).	73.11.01.
1608-84	Unsori consistente. Unsori pe bază de săpunuri de sodiu și calciu pentru rulmenți (înlocuiește STAS 1068-65 și STAS 1608-72).	73.01.01
4951-81	Unsori consistente. Clasificare. Notare (înlocuiește STAS 4951-68).	81.01.01
6320-83	Unsori pentru temperaturi joase (înlocuiește STAS 6320-61 și STAS 6320-68).	69.01.01
8789-91	Unsori consistente cu utilizări multiple. Unsori de litiu-calciu (înlocuiește STAS 8789-71).	72.01.01.
9874-85	Unsori consistente cu utilizări multiple. Unsori de litiu-calciu-plumb(înlocuiește STAS 9874-74).	74.10.01.
10777-76	Unsoare specială pe bază de uleiuri sintetice.	76.10.01
11293-90	Unsori lubrefiante de uz general. Unsoare U 77 CA 2Q (înlocuiește STAS 11293-79).	79.09.10
	B. *Metalurgie feroasă și neferoasă*	
7596-80	Oțeluri. Marcare (înlocuiește parțial STAS 4577-54 și STAS 7596-66).	68.01.01
7738-81	Fonte. Marcare (înlocuiește 7738-67).	81.04.01
R. 8542-79	Alegerea oțelurilor pentru construcții metalice (înlocuiește STAS R 8542-70).	Recomand

Tabelul 7.42 (continuare)

1	2	3
9726-82	Semifabricate şi produse laminate din oţel. Terminologie (înlocuieşte STAS 9726-74).	74.07.01
11329/1-80	Simbolizarea cifrică a materialelor metalice. Prescripţii generale.	80.01.01
11329/3-80	Simbolizarea cifrică a materialelor. Simbolizarea cifrică a oţelurilor.	80.04.10
333-87	Oţel laminat la cald. Oţel rotund (înlocuieşte STAS 333-77).	80.05.25
334-94	Oţel laminat la cald. Oţel pătrat (înlocuieşte STAS 334-74 şi STAS 334-80)	80.05.25
500/2-88	Oţeluri de uz general pentru construcţii. Mărci (înlocuieşte STAS 500/2-78).	80.05.25
1800-87	Oţel rotund calibrat Dimensiuni (înlocuieşte STAS 1800-77 şi STAS 1800-80)	80.05.25
2305-89	Oţel exagonal calibrat. Dimensiuni (înlocuieşte STAS 2305-78 şi STAS 2305- 80).	80.05.25
6554-80	Oţel pătrat calibrat Dimensiuni (înlocuieşte STAS 6554-78)	80.04.01
794-90	Oţel laminat la cald. Oţel rotund pentru şuruburi, nituri şi piuliţe. Dimensiuni (înlocuieşte STAS 1794-78).	80.05.25
3583-87	Oţel rezistent la coroziune şi refractar, prelucrat la cald. Mărci şi condiţii generale (înlocuieşte STAS 3583-64 şi STAS 3583-80).	80.05.25
5169-80	Oţel laminat la cald. Oţel lat pentru piuliţe (înlocuieşte STAS 5169-66)	80.05.25
11311-88	Oţeluri pentru supape. Mărci şi condiţii tehnice generale de calitate (înlocuieşte STAS 11311-80).	80.03.01
11512-91	Oţel pentru pinioane (înlocuieşte STAS 11512-80).	80.05.25
11513-88	Oţel rezistent la uzură. Mărci şi condiţii tehnice de calitate (înlocuieşte STAS 11513-80).	80.05.25
11524-80	Oţeluri pentru supape de evacuare. Mărci şi condiţii tehnice de calitate.	80.05.25
404/2-87	Ţevi din oţel, fără sudură, laminate la cald pentru construcţii (înlocuieşte STAS 402/2-71 şi STAS 404/2- 80).	80.05.25
530/3-87	Ţevi din oţel, fără sudură, trase sau laminate la rece, pentru construcţii (înlocuieşte STAS 350/2-71 şi STAS 530/2 -80)	80.05.25
9377-90	Ţevi din oţel fără sudură pentru schimbătoare de căldură (înlocuieşte STAS 9377-73 şi STAS 9377-80).	80.05.25
R 6388-68	Metale şi aliaje neferoase standardizate. Nomenclator şi corespondenţe (înlocuieşte STAS R 6388-61)	Recomand
SR EN 23134-94	Semifabricate şi produse din metale şi aliaje neferoase. Terminologie.	74.03.01
SR ISO 10564	Aliaj de lipit pe bază de staniu şi plumb (înlocuieşte STAS 96-87).	80.05.01
202-80	Aliaje antifricţiune pe baza de staniu, de plumb şi de aluminiu (înlocuieşte STAS 202-64).	83.12.01
204-77	Aliaj cupru-zinc pentru lipit. Mărci (înlocuieşte STAS 204-68)	77.01.10
2841-80	Bare rotunde, turnate din aliaje cupru-staniu sau cupru-aluminiu (înlocuieşte STAS 2841-68).	80.01.15
8149-68	Semifabricate din bronz. Bucşe turnate din bronz.	69.05.01
291/2-88	Bare rotunde din aliaje cupru-zinc (înlocuieşte STAS 971-77 şi STAS 291/2-80)	80.07.01
571-82	Burghie elicoidale. Terminologie (înlocuieşte STAS 571-49 şi STAS 571-64)	65.08.01

Tabelul 7.42(continuare)

1	2	3
SR 572-93	Burghie. Tipuri (**înlocuieşte** STAS 592-65 şi STAS 572-80).	80.01.01
R.584/1-69	Filete metrice ISO. Diametrele sculelor pentru prelucrarea găurilor înainte de filetare (înlocuiește STAS 584-62).	Recomand
	C. *Mașini si utilaje, nave*	
5745-91	Motoare cu ardere internă, cu piston cu mișcare alternativă. Clasificare și terminologie (înlocuiește STAS E 5745-57,STAS 7113-64 și STAS 5745-76).	76.10.01
6988/1-89	Utilaj frigorific. **Compresoare** frigorifice cu piston. Clasificare, simbolizare, **notare(înlocuieşte** STAS 6988/1-73 și STAS 6988/1-78).	78.03.01
10072-75	Mijloace de guvernare activă a navelor. Terminologie. Clasificare.	75.05.01
10781-84	Instalații principale ale navelor. Terminologie (înlocuiește STAS 10781-78).	76.12.01
10132-90	Utilaj naval. Mașini **electrohidraulice** de cârmă. Tipuri constructive, parametrii principali și condiții tehnice de calitate (**înlocuieşte** STAS 10132-75).	75.06.01
10216-83	**Utilaj** naval. Pompe cu pistoane verticale acționate electric (**înlocuieşte** STAS 10216-75).	75.06.01
10610/1-92	Utilaj **naval.** încălzitoare de combustibil și ulei cu fascicul tubular. Tipuri și parametrii principali (înlocuiește STAS 10610/1-76).	76.06.01
10610/2-82	Utilaj naval. Răcitoare de apă și ulei cu fascicol tubular. Tipuri și parametrii principali (înlocuiește STAS 10610/2-76 și STAS 10610/2-76).	76.06.01
10629-82	Instalații navale. Instalații frigorifice navale. Clasificare și parametrii principali (**înlocuieşte** STAS 10629-76).	76.09.01
10693-76	Instalații navale. Instalații de condiționare a aerului. Clasificare și parametrii principali.	76.07.01
10738 - 82	Utilaj naval **Caldarine** cu combustibil lichid (înlocuiește 10738-76)	76.09.01
10780-82	**Utilaj** naval. Separatoare centrifugale pentru combustibil și ulei. Clasificare și parametrii principali înlocuiește STAS 10780-76).	**76.10.01**
11153-78	Accesorii navale. Sorb cu sită. Dimensiuni.	
6868-75	Pompe pentru lichide. Clasificare (înlocuiește STAS 6868-63)	78.12.01
7215-80	Pompe centrifuge și instalații de pompare. Terminologie, simboluri și unități de măsură (**înlocuieşte** STAS 7215-75)	80.07.01
3428-82	Compresoare de aer cu piston. Parametrii principali (**înlocuieşte** STAS 3428-52).	82.11.01
7099-77	Compresoare de aer cu piston. Condiții generale (**înlocuieşte** STAS 7099-64)	77.12.01
7147-65	**Compresoare,Terminologie** și clasificare.	66.01.01
6965/1-85	Acționări hidrostatice și **pneumostatice.** Terminologie (**înlocuieşte** STAS 6965-66 și STAS 6965-74).	74.01.01
7145-86	Acționări hidraulice și pneumostatice. Semne convenționale (**înlocuieşte** STAS 7145-66 și STAS 7145-76).	76.08.01
7224-82	Acționări hidrostatice și pneumostatice. Presiuni nominale (**înlocuieşte** STAS 7224-65 și STAS 7224-76).	76.07.01
7228-90	Acționări hidrostatice și pneumostatice. **Diametre** nominale (**înlocuieşte** STAS 7228-65 și STAS 7228-76)	76.06.01
9816-80	Acționări hidrostatice și pneumostatice. Parametrii principali. Terminologie și simboluri (înlocuiește STAS 9816-74)	80.05.01
	H. Materiale pentru izolații fi etanșați	
5838/2-78	Vată minerală și produse din vată **minerală. Vată** minerală (**înlocuieşte** STAS 5838/2-70	78.12.01
293-84	Bare hexagonale **trase,** din **aliaje cupru-zinc** (înlocuiește STAS 293-68 și STAS 293-75).	75.12.01
391-89	Bare **rotunde** de cupru (înlocuiește STAS 391-72 și STAS 291-77).	77.12.01

Tabelul 7.42 (continuare)

1	2	3
394-84	Bare hexagonale trase din cupru (înlocuieşte STAS 394-68 şi STAS 394-76)	76.05.01
521/1-84	Țevi rotunde trase din aliaje cupru-zinc. Condiţiii tehnice generale (înlocuieşte STAS 521-72 și STAS 521-80).	80.03.01
522/1-84	Țevi rotunde, trase din aliaje cupru-zinc pentru schimbătoare de căldură (înlocuieşte STAS 522-72 și STAS 522-80).	80.03.01
523/1-84	Țevi rotunde, trase din cupru(înlocuiește STAS 523-74 și STAS 523/1-80).	80.03.01
7194-79	Sudabilitatea oțelurilor. Elemente de bază (înlocuiește STAS 7194-65)	79.06.01
1125/1-91	Sudarea metalelor. Electrozi înveliți pentru sudarea oțelurilor. Condiții tehnice generale de calitate (înlocuiește STAS 1125/1-76 și STAS 1125/1-81).	81.02.01
1125/2-81	Sudarea metalelor. Electrozi înveliți pentru sudarea oțelurilor. carbon și slab aliate. Tipuri și condiții tehnice (înlocuiește STAS 1125/2-76).	81.02.01
1126-87	Sudarea metalelor. Electrozi înveliți pentru încărcare prin sudare. Tipuri și condiții tehnice (înlocuiește STAS 7241-69 și STAS 1126-80).	80.09.01
SR ISO 3677: 1994	Lipirea metalelor. Clasificarea și simbolizarea metalelor și aliajelor de lipire.	77.09.01
	C. Organe de mașini, scule și dispozitive	
SR ISO 273: 1994	Guri de trecere pentru organe de asamblare filetate (înlocuiește STAS 3336-81)	81.10.01
11574-91	Locașuri si lamaje pentru organe de asamblare filetate. Forme si dimensiuni. (înlocuieşte STAS 5782-72 si 9712 -74)	73.04.01
9025-81	Asamblării filetate. Lungimi de înșurubare	81.07.01
1004-81	îmbinări prin pene paralele. Dimensiuni (înlocuiește STAS 1004-71 și STAS 1005-71)	81.05.01
1006-90	Pene paralele cu găuri de fixare. Dimensiuni (înlocuieşte STAS 1006-59, STAS 1006-71 și parțial STAS 6491-62).	72.01.01
5754/1-79	Bolțuri cu cap (înlocuieşte STAS 5754-73).	79.01.01
1679-88	Rulmenți. Simbolizare (înlocuiește STAS 1679-66 și STAS 1679-75)	75.07.01
SR ISO 4016:1994	Șuruburi grosolane. Șurub cu cap hexagonal. Dimensiuni (înlocuieşte STAS 920-87).	71.01.01
922-89	Piulițe grosolane. Piulițe hexagonale. Dimensiuni (înlocuiește STAS 1388-66 și STAS 922-76)	76.07.01
1599-80	Ştifturi cilindriice. Dimensiuni (înlocuiieşte STAS 1599-79).	80.06.01
2241/2-80	Șaibe de siguranță. Dimensiuni (înlocuiește parțial STAS 2241-56)	80.03.01
4071-89	Piulițe hexagonale. Execuție precisă și semiprecisă. Dimensiuni (înlocuiește STAS 4071-69 și STAS 6218-79 și STAS 4071-80)	80.04.01
4272-89	Șuruburi precise și semiprecise. Șurub cu cap hexagonal. Dimensiuni (înlocuiește STAS 4272-80).	80.06.01
SR 7666/2-94	Șaibe Grower. Dimensiuni (înlocuieşte STAS 7666/2-82).	82.12.01
1730 -89	Garnituri pentru flanșe din fontă și oțel. Clasificare.	67.07.01
8990/2-80	Instalații frigorifice. Garnituri de etanșare pentru flanșe din oțel pentru armături și conducte. Dimensiuni.	80.04.01
6984-85	Etanşări în construcția de mașini. Clasificare și terminologie (înlocuiește STAS 6984-64 și STAS 6984-71)	72.10.01
7319-71	Etanșări în construcție de mașini, la capuri pentru inele O (înlocuieşte STAS 7989-69)	72.10.01
9099-71	Etanșări în construcția de mașini. Locașuri pentru presgarnituri. Dimensiuni.	72.08.01
3498-87	Plăci de azbest cu cauciuc pentru garnituri (înlocuieşte STAS 3498-81.	81.12.01
7018-90	Șnur de azbest pentru garnituri (înlocuiește STAS 7018-70 și STAS 7018-78).	78.07.01

Tabelul 7.42 (continuare)

1	2	3
7019-80	Plăci de azbest pentru garnituri (**înlocuieşte** STAS 7019-78).	80.06.01
	L. Produse chimice organice	
6630-68	Lacuri şi vopsele. Denumirea şi notarea **produselor** (înlocuieşte STAS **6630-62)**	69.03.01
7359-89	Lacuri și vopsele. Vopele pe bază de dispersii apoase de **poliacetat** de vinii (**înlocuieşte** STAS 7359-73 și STAS 7359-80).	80.04.01
9133-84	**Tricloretilenă** tehnică (înlocuiește STAS 9133-72).	73.01.01
10531-91	Cauciuc. Terminologie **(10531-76).**	76.07.01
SR ISO 2929	Tuburi de cauciuc. Tub cu inserție textilă pentru produse petroliere (înlocuiește STAS 263-83)	72.03.01
7277-86	Garnituri de cauciuc de uz general, nerezistent la uleiuri (înlocuiește STAS 7277-65 și STAS 7277-73).	73.08.01
7278-82	Garnituri de cauciuc rezistente în medii petroliere (înlocuiește STAS 7278-65 și STAS 7278-73).	80.12.01
7320/2-80	Inele din cauciuc pentru **etanşări** hidraulice. **Diametre** interioare, secțiuni, abateri, limite și simbolizare (**împreună** cu STAS 7320/1-80 înlocuiește STAS 7320-71).	80.12.01
9220-81	Garnituri de cauciuc. Abateri limită de la dimensiuni (înlocuiește STAS 9220-73).	81.04.01
9907-78	Garnituri de cauciuc pentru **compresoare** frigorifice. Condiții tehnice generale de calitate.	75.01.01
8493-79	Materiale plastice. Terminologie (înlocuiește STAS 8483-65)	**79.01.10**
7868-86	**Polistiren** (înlocuiește STAS 7862-74).	80.05.01
SR **18-94**	Ulei tehnic de in (înlocuiește STAS **18-59** și STAS **18-70).**	**71.04.01**
88-90	Ulei de oase (înlocuiește STAS 88-66 și STAS 88-73).	73.08.01
	Diverse	
4218-77	Pâslă pentru garnituri (înlocuiește STAS **4218-70).**	77.07.01
10494-76	Țesături tehnice de bumbac. Pânze pentru capote și **tende.**	76.01.01
1342-91	Apă potabilă. Condiții tehnice de calitate (înlocuiește STAS 1342-71 și STAS **1342-77)**	77.06.01
	*U. **Standarde** de tehnică generală*	
75-90	Dimensiuni liniare normale (înlocuiește STAS 75-72 și STAS 75-80)	80.04.01
SR EN 22768	Abateri limită pentru dimensiuni fără indicații de **toleranțe,** obținute prin **așchiere** (înlocuiește STAS **2300-88)**	75.01.01
7384-85	Abateri și toleranțe de formă și poziție. Terminologie (înlocuiește STAS **7384-66).**	67.07.01
7391/1-74	Toleranțe de formă și poziție. Toleranțe la **rectilinitate,** la **planitate** și la forma dată a profilului și a **suprafeței** (**înlocuieşte** STAS 7391-66)	74.12.01
7391/2-74	Toleranțe de formă și poziție. Toleranțe la **circularitate** și la **cilindricitate** (înlocuiește STAS 7392-66)	**74.12.01**
7391/3-74	Toleranțe de formă și poziție. Toleranțe **la** paralelism, la perpendicularitate și la înclinare (înlocuiește STAS 7393-66)	74.12.01
7391/4-74	Toleranțe de formă și poziție. Toleranțe la **coaxialitate,** la simetrie și intersectare.	**74.12.01**
7391/5-74	Toleranțe de formă și poziție. Toleranțele bătăii radiale și frontale (**înlocuieşte** STAS 7394-66)	**74.12.01**
7391/6-75	Toleranțe de formă și poziție. Toleranțele de la poziția nominală a axelor găurilor de trecere pentru organe de asamblare.	75.03.01
8100-88	Sistemul ISO de toleranțe și **ajustaje.** Terminologie și simboluri (**înlocuieşte** STAS **8100-68).**	
8100/4-88	Sistemul ISO de toleranțe și **ajustajepentru** dimensiuni **liniare.Selectie** de clase de tolerante de uz **general.**	79.09.01

Tabelul 7.42 (continuare)

1	2	3
139-79	Notarea filetelor (înlocuiește STAS 139-70).	79.09.01
510-74	Filete metrice ISO de uz general. Dimensiuni nominale (înlocuieștwe STAS 511-62)	74.10.01
981-74	Filete metrice ISO de uz general. Diametre nominale și pași (înlocuiește STAS 981-61).	74.03.01
6564-84	Filete metrice ISO de uz general. Diametre și pași pentru filetele organelor de asamblare(înlocuiește STAS 6564-67 și STAS 6564-73)	73.10.01
SR ISO 4287/1	Starea suprafețelor. Noțiuni generale. (înlocuiește 5730/1-91).	
5730/2-85	Starea suprafețelor. Prescrierea rugozității și a ondulației suprafețelor (înlocuiește STAS R 6869-68 și parțial STAS 5730-66 și STAS 5730/2-74)	75.08.01
8589-70	Instalații terestre și navale. Semne și culori convenționale pentru identificarea conductelor (înlocuiește STAS 3429-52 și STAS 4724-69).	71.01.01
1080-73	Viscozitatea fluidelor. Terminologie și unități de măsură (înlocuiește STAS 1080-66)	73.04.01
SR ISO 31-0	(înlocuiește STAS 737/1,737/2,737/3 si 737/4)	72.10.01
SR ISO 1000	Sistemul internațional de unitățide măsură (SI). Multiplii și submultiplii zecimali înlocuiește STAS 737/5-84	73.11.01
1666-75	Viscozitatea produselor petroliere. Conversiunea din unități de viscozitate convențională (înlocuiește STAS 1666-73)	75.04.01

Tabelul 7.43. **Dimensiunile cheilor fixe**

SISTEMUL METRIC							
Dimensiunea nominală a capului de cheie	ISO	SUEDEZ				GERMAN	
	Diametrul filetului de șurub și piuliță	Diametrul filetului de șurub și piuliță				Diametrul filetului de șurub și piuliță	
	METRIC	METRIC		WHITWORTH		METRIC	WHITWORTH
		cap mic	cap mare	cap mic	cap mare		
mm	mm	mm	mm	inch	inch	mm	inch
1	2	3	4	5	6	7	8
3,2	1,6						
3,5						1,7	
4	2	2,3				2	
4,5		2,6				2,3	
5	2,5	3				2,6	
5,5	3					3	
6		3,5	3			3,5	1/6
7	4	4	3,5			4	
8	5	5	4				
9			5			5	3/16
10	6	6				6	
11	7	7	6	1/4		7	1/4

Tabelul 7.43 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
12		8					
13	8			5/16	1/4		
14			8			8	5/16
15		10		3/8	5/16		
17	10		10			10	3/8
18		12					
19	12					12	7/16
21		14		1/2	7/16		
22	14		12 14			14	1/2
23					1/2		
24	16	16		5/6		16	
27	18	18	16			18	5/8
28				3/4	5/8		
30	20	20				20	
32		22	18 20			22	3/4
33				7/8	3/4		
34		24					
36	24		22 24			24	7/8
37				1	7/8		
41	27		27			27	1
42				1(1/8)	1		
46	30		5			30	1 (1/8)
47				1 (1/4)	1(1/8)		
50	33		33			33	1 d/4)
52				1(3/8)	1 d/4)		
55	36		36			36	1(3/8)
56				1(1/2)	1 (3/8)		
60	39		39	1(5/6)	1(1/2)	39	1(1/2)
65			42	1(3/4)	1(5/8)	42	1(5/8)
70			45	1(7/8)	1(3/4)	45	1(3/4)
75			48	2	1(7/8)	48	1(7/8)
80			52		2	52	2.
85			56		2(1/4)	56	2(1/4)
90			60			60	
95			64		2 (1/2)	64	2 (1/2)
100			68			68	
105			72		2(3/4)	72	2(3/4)
110			76		3	76	3
115			80			80	
120			85		3 (1/4)	85	3(1/4)

Tabelul 7.44. **Dimensiunile cheilor fixe**

SISTEMUL ENGLEZ				SISTEMUL UNIFICAT (de filete)		
Dimensiunea nominală a capului de cheie	Diametrul filetului de șurub și piulița		Lărgimea capului de cheie	Dimensiunea nominală a capului de cheie	Diametrul filetului de șurub și piuliță	Lărgimea capului de cheie
	Cap mare WHITWORTH Sistemul vechi	British Standard B.S. 1083				
mm	inch	inch	mm	inch	inch	mm
1	2	3	4	5	6	7
8	1/8	3/16	8/64			
10		7/32	10,44			
11	3/16	1/4	1130	7/16	1/4	11,11
12				1/2	5/16	12,7
13	1/4	5/16	1333			
14				9/16	3/8	14,29
15	5/16	3/8	15,24			
16				5/8	7/16 1.	15,86
17				11/16	7/16 2.	17,46
18	3/6	7/16	18,03	3/4	1/2	19,05
19						
20	7/16	1/2	20,83			
21				13/16	9/16 1.	20,64
22				7/8	9/16 2.	22,23
23	1/2	9/16	2334	15/16	5/6	23,81
24	9/16»	5/8	25,65	1		25,4
25						
26				1(1/6)		26,99
27						
28						
29	5/8	11/16	27,94	1 (1/6)	3/4	28,58
30	11/16	3/4	30,48			
32				1(1/4)		31,75
33	3/4	7/8	33,02	1(5/16	7/8	3334
34	13/16	15/16	35,51			
35						
36				1(7/16		36,51
37	1/8	1	37,59			
38				1(1/2)	1	36,10
41	15/16	1(1/16)	40,13	1 (5/8)		41,26
42	1	1(1/8)	42,42	1(11/16)	1(1/8)	42,66
46				1(13/16)		46,04
47	1(1/8)	1(1/4)	47,24	1(7/8)	1(1/4)	47,63
50				2		50,6
52	1(1/2)	1(3/8)	52,07	2(1/16)	1(3/8)	52,93
55				2 (3/16)		55,56
56	1(3/6)	1(1/2)	56,39			
58				2(1/4)	1(1/2)	57,15
60	1(1/2)	1 (5/6)	61,21	2(3/8)		6033
65	1(5/6)	1(3/4)	65,53			
67				2(5/8)	1(3/4)	66,68
70	1(3/4	2	70,10	2(3/4)		69,85
77				3	2	76,20
80	2	291/4)	60,01	3(1/80	2(1/4)	85,75
85				3(3/8)	2(1/4)	85,73
90	2(1/4)	2(1/2	90,17			
95				3(3/4)	2 (1/2)	95,25
100	2(1/2)	2(3/4)	98,81			

Tabelul 7.45. **Dimensiunile cheilor fixe**

Dimen siunea nomi-nală a **capu-**lui de cheie	SISTEMLAMERICAN Dimen siunea nomi-nală a capu-lui de cheie	Serie REGULAR Dia-metrul fîletu-**lui de** şurub	Dia-metrul filetu-**lui de** piuliţă	Lărgi-mea capu-lui de cheie
nun	inch	inch	inch	nun
3	3/32			238
3,2	1/6			3,18
3,5	5/32			3,97
4				
4,5	3/16			4,76
5				
5,5	3/32			5,56
6	1/4			6,35
7	9/32 5/16			7,14 7,94
8	11/32			8,73
9	3/8	1/4		9,53
10	13/32			10,32
1i	7/16		1/4	11,11
12	1/2	5/16		12,7
13	9/16	3/8	5/16	14,29
14				
15	19/32			15,08
16	5/8	7/16	3/8	15,88
17	11/16			17,46
18	3/4	1/2	7/16	19,05
19				
20	25/32			19,05
21	13/16		1/2	20,64
22	7/8	9/16	9/16	22,23
23	15/16	5/8		23,81
24	1		5/8	25,4
25				
26	1(1/16)			26,99
27				
28	1(1/6)	3/4	3/4	28,58
29				
30	1(3/16)			30,16
32	1(1/4)			31,75

Dimen siunea nomi-nală a capu-lui de cheie	SISTEMULAMERICAN Dimen siunea nomi-nală a capu-lui de cheie	Serie REGULAR Dia-metrul ffletu-**lui de** şurub	Dia-metrul filetu-**lui de** piuliţă	Lărgi mea **capu-**lui de cheie
mm	inch	(inch	inch	mm
33	1(5/16)	7/8	7/8	3334
34	1(3/8)			34,93
35				
36	1(7/16)			36,51
38	1(1/2)	1	1	38,10
41	1(5/8)			41,26
42	1(11/16 1(3/4)	1(1/8)	1(1/8)	42,86 44,45
46	1(13/16			46,04
47	1(7/8)	1(1/4)	1(1/4)	47,63
50	2			50,8
52	2(1/16)	1(3/8)	1(3/8)5	52,93
54	2(1/8)			53,98
55	2(3/16)			55,56
58	2(1/4)	2(1/2)	2(1/2)	57,15
60	2(3/8) 2(7/16)	 1(5/8)	 1(5/8)	6033 61,91
63	2(1/2)			63,50
65	2(9/16)			65,09
67	2(5/8)	1(3/4)	1(3/4)	66,68
70	2(3/4)			69,85
71	2(13/16	1(7/8)	1(7/8)	71,44
75	2(15/16			74,61
77	3	2	2	76,20
80	3(1/8)			7938
85	3(1/8)	2(1/4)	2(1/4)	85,73
95	3(3/4)	2(1/2)	2(1/2)	95,25
100	3(7/8)			98,43
105	4(1/8)	2(3/4)	2(3/4)	104,76
110	4(1/4)			107,95
115	4(1/2)	3	3	11430
116	4(5/6)			117,46
120	4(7/8)			123,83

***Tabelul 7.46.* Filete pentru șuruburi cu profil ISO și WHITWORTH**

FILET METRIC NORMAL								
Diametrul **filetului**	Pasul filetului	Diametrul burghiului	Diametrul filetului	Pasul filetului	Diametrul burghiului	Diametrul filetului	Pasul filetului	Diametrul burghiului
mm	mm	mm	mm	mm	mm	777777	mm	mm
1,2	0,25	0,95	4,5	0,75	3,7	20	2,5	17,5
1,6	035	1,25	5,0	0,6	4,2	22	2,5	19,5
1,7	0,35	1,35	6	1,0	5,0	24	3,0	21,0
1,8	035	1,45	7	1,0	6,0	27	3,0	24,0
2,0	0,4	1,6	8	1,25	6,8	30	3,5	26,5
2,2	0,45	1,75	9	1,25	7,8	33	3,5	29,5
2,3	0,4	1,9	10	1,5	8,5	36	4,0	32,0
2,5	0,45	2,05	11	1,5	9,5	39	4,0	35,0
2,6	0,45	2,5	12	1,75	10,2	42	4,5	37,5
3,0	0,5	2,5	14	2,0	12,0	45	4,5	40,5
3,5	0,6	2,9	16	2,0	14,0	48	5,0	43,0
4,0	0,7	3,3	18	2,5	15,5	52	5,0	47,0

Tabelul 7.47. Fîîete **pentru** șuruburi cu **profil ISO** și WHITWORTH

FILET METRIC CU PAS FIN								
Diametrul filetului	**Pasul filetului**	Diametrul burghiului	Diametrul **filetului**	Pasul fiietu**lui**	**Diametrul** burghiului	Diametrul filetului	Pasul filetului	Diametrul burghiului
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3,0	035	2,65	10,0	1,0	9,0	14,0	1,25	12,8
4,0	0,5	3,5	10,0	1,25	8,8	14,0	1,5	12,5
5,0	0,5	4,5	11,0	1,0	10,0	15,0	1,0	14,0
6,0	0,75	5,2	12,0	1,0	11,0	15,0	1,5	13,5
7,0	0,75	6,2	12,0	1,25	10,8	16,0	1,0	15,0
8,0	0,75	7,2	12,0	1,5	10,5	16,0	1,5	143
8,0	1,0	7,0	13,0	1,0	12,0	18,0	1,0	17,0
9,0	1,0	8,0	14,0	1,0	13,0	24,0	2,0	22,0
10,0	0,75	9,2						

***Tabelul 7.48.* Filete pentru șuruburi cu profil ISO și WHITWORTH**

FILET WHITWORTH CU PAS NORMAL **W1**							
Diametrul filetului	Nr. spire pe inch	Diametrul burghiului	Diametrul mm	Diametrul filetului	Nr. spire pe **inch**	Diametrul burghiului	Diametrul mm
far&h		mm		inch		77777?	
1/8	40	2,55	3,175	1(1/4)	7	28	31,75
3/16	24	3,7	4/62	1(3/8)	6	303	34,925
1/4	20	5,1	6,35	1(1/2)	6	353	38,1
5/16	18	63	7,937	1(5/8)	5	353	41,275
3/8	16	7,9	9325	1(3/4)	5	39	44,45
7/16	14	9,2	11,112	1(7/8)	4(1/2)	413	47,625
1/2	12	103	12,7	2	4(1/2	443	50,8
9/16	12	12	14,287	2(1/4)	4	50	57,15
5/8	11	133	15,875	2(1/2)	4	563	633
3/4	10	183	19,05	2(3/4)	3(1/2)	63	69,85
7/8	9	19,25	22,225	3	3(1/2)	593	76,2
î	8	22	25,4	3(1/2)	3(1/4)	813	88,9
1 (1)	7	24,75	28375	4	3	933	101,6

Tabelul 7.49. **Filete pentru şuruburi cu profil ISO şi WHITWORTH**

FILET WHITWORTH PENTRU ŢEVI R1							
Diametrul filetului inch	**Diametrul** ţevii exterioare mm	Nr. **spire** pe **inch**	Diametrul găurii pentru filet mm	Diametrul filetului inch	**Diametrul ţevii** exterioare mm	Nr. spire pe **inch**	**Diametrul găurii** pentru filet mm
1/8	9,73	28	8,8	2	59,61	11	57
1/4	13,16	19	11,8	**2(1/2)**	75,18	**11**	**72,5**
3/8	16,66	19	**15,25**	3	87,88	11	85,5
1/2	**20,96**	14	19	**3(1/2)**	**100,33**	11	**97,5**
3/4	26,44	14	**24,5**	4	113,03	11	**110,5**
1	**33,25**	11	**30,5**	5	138,43	11	136
1(1/4)	**41,91**	11	**39,5**	6	163,83	11	**161,5**
1(1/2)	47,80	11	45				

Bibliografie

[1] E.Diaconescu ş.a. Culegere de standarde de desen tehnic. Editura Didactică şi **Pedagogică, Bucureşti** 1981

[2] E. Dinu ş. **a.** **Desen tehnic** **Litografiat I.M.C., 1994**

[3] L **Enache** ş.a. **Geometrie** descriptivă şi desen tehnic. Probleme şi aplicaţii. Editura Didactică şi **Pedagogică,** Bucureşti 1982

[4] P. **Precupeţu** ş.a. Desen tehnic **industrial pentru** construcţii de maşini. **Editura Tehnică, Bucureşti** 1982.

[5] E. **Vasilescu** ş.a. Desen tehnic industrial. Elemente de proiectare. Editura **Tehnică,** Bucureşti 1995.

[6]* * * **I.R.S.** Standarde de desen tehnic seria U

[7] **Gh.Uzunov** ş,a. **Indrumătorul** ofiţerului de navă Editura Tehnică, Bucureşti 1983

[8] G.S. **Georgescu** îndrumător pentru ateliere mecanice Editura **Tehnică,** Bucureşti 1978



MOTOARE NAVALE

8.1. Clasificarea **motoarelor** cu ardere **internă** cu **piston**

Motoarele ou **ardere internă** se **clasifică după următoarele** criterii principale:

a) ***după metoda de realizare** a ciclului **motor;***

- m.a.i. în patru **timpi(4T),** la care ciclul termodinamic se **realizează în** două **rotații** complete ale arborelui **cotit, ceea** ce **corespunde la** patru curse **simple** ale pistonului;

- **m.a.i. în** doi timpi(2T), la care ciclul termodinamic **se** realizează **într-o** rotație a arborelui **cotit,** ceea ce corespunde la două curse simple **ale pistonului;**

b) *după modul de acționare a **pistonului** de către fluidul **motor;***

- **m.a.i.** cu **simplu** efect (**simplă acțiune)** la care ciclul motor **se realizează** numai de o parte a pistonului;

- m.a.i, cu dublu efect (dublă acțiune), la care ciclul motor se realizează **în** ambele **părți** ale pistonului;

- m.a.i. cu **pistoane opuse,** care **sunt m.a.i.** în 2T cu simplu efect și cu cameră de **ardere** comună (pistoanele se **deplasează** în același cilindru);

c) *după ghidarea piciorului bielei:*

- m.a.i. cu piston portant, la care piciorul bielei este ghidat de către piston;

- ra.a.i. cu cap de **cruce,** la **care piciorul** bielei este ghidat de un cap de cruce

d) *după metode de umplere a **cilindrilor** cu **încărcătură proaspătă;***

- **m.a.i.** cu umplere naturală (**admisie** naturală), la care **admisia încărcăturii** proaspete se **face** prin **efectul depresiunii produse** prin **deplasarea pistonului** în cilindru;

- m.a.i. **supraalimentate,** la care **încărcătura** proaspătă pătrunde în cilindri la o **presiune** p_s $(p_k) > 1{,}3\ p_o$; p_o **- presiunea** mediului **ambiant;**

e) *după starea de agregare **a** combustibilului folosit;*

- m.a.i. cu combustibil lichid;

- m.a.i. cu combustibil **gazos** (gaz de **generator,** gaz natural, gaz de furnal, **etc.);**

- m.a.i. cu combustibil gazos și **lichid, motorina,** introdusă prin injecție, ajută la aprinderea și stabilitatea arderii combustibilului gazos;

i) *după procedeul de aprindere:*

- motoare cu aprindere prin **scânteie (m.a.s);**

- motoare cu aprindere prin comprimare **(m.a.c.)** la care aprinderea amestecului carburant se produce ca urmare a condițiilor realizate de procesul de comprimare a încărcăturii proaspete în cilindrii motorului;

- motoare cu aprindere prin comprimare și de la pereții incandescenți ai camerei de

ardere, numite şi motoare cu cap incandescent sau motoare semidiesel;

g) *după metoda de formarea amestecului;*

- m.a.i. cu formarea exterioară a amestecului carburant;
- m.a.i. cu formarea interioară a amestecului carburant;

h) *după modul de organizarea camerei de ardere;*

- m.a.i. cu camere de ardere nedivizate, la care camerele de ardere sunt organizate într-un compartiment sau mai multe, unite prin canale cu diametrul echivalent mai mare de 0,3 D (D- alezajul cilindrului);
- m.a.i. cu camere de ardere divizate, la care camerele de ardere sunt organizate în două sau mai multe compartimente, unite prin canale cu diametrul echivalent mai mic de 0,3 D (sunt m.a.i. cu camere de ardere de vârtej (turbionare), antecamere camere de aer;

i) *după fluidul de răcire folosit;*

- m.a.i. răcite cu lichid, la care cilindrii, chiulasele şi alte organe sunt răcite cu lichide de răcire;
- m.a.i. răcite cu aer, la care cilindrii, chiulasele şi alte organe sunt răcite cu aer;

j) *după viteza medie a pistonului;*

- m.a.i.lente; viteza medie a pistonului este 4÷7 m/s;
- m.a.i. semirapide; viteza medie a pistonului este 6 ÷8 m/s;
- m.a.i. rapide ; viteza medie a pistonului este 8 ÷12 m/s ;

Viteza medie a pistonului se determină cu relaţia $w_{pm} = (S \cdot n)/30$; S (m) - cursa pistonului; n(rpm) - turaţia motorului.

La motoarele cu cursă superlungă, viteza medie a pistonului este 8 ÷12 m/s, ceea ce înseamnă că ciclul termodinamic este similar cu cel al motoarelor rapide şi ultrarapide , deşi turaţia arborelui cotit este 70 ÷100 rpm.

k) *după sensul de rotaţie al arborelui cotit;*

- m.a.i.ireversibile, cu un singur sens de rotaţie pentru arborele cotit;
- m.a.i. reversibile, la care arborele cotit se poate roti *în* ambele sensuri, permiţând manevra navei;

1) *după ciclul teoretic de referinţă;*

- *m.a.i.* cu introducerea căldurii într-un proces termodinamic însoţit de o transformare de stare a sistemului termodinamic la volum constant sau motoare care funcţionează după ciclul Otto sau Beau de Rochas, numite şi motoare Otto(sunt toate m.a.s) ;
- m.a.i. cu introducerea căldurii într-un proces termodinamic însoţit de o transformare de stare a sistemului termodinamic la presiune constantă. sau, care funcţionează după ciclul Diesel lent
- m.a.i. cu introducerea căldurii în procese termodinamice însoţite de transformări de stare succesive ale sistemului termodinamic la volum constant şi presiune constantă sau, care funcţionează după ciclul Seiliger, Sabathe, Trinkler, sau ciclul Diesel rapid (sunt m.a.c.cu injecţie mecanică a combustibilului lichid - m.a.c. actuale sau motoare Diesel cu injecţie mecanică);

m) *după particularităţile geometrice ale mecanismului motor;*

- m.a.i. cu mecanism bielă - manivelă normal(capul bielei se montează pe fusul maneton);
- m.a.i. cu bielete (există o bielă principală şi bielete care se montează pe bolţuri de capul bielei principale);
- m.a.i. cu mecanism bielă - manivelă axat (axa cilindrului intersectează axa arborelui cotit);
- m. a.i. cu mecanism bielă - manivelă dezaxat (axa cilindrului nu intersectează axa arborelui cotit;
- m.a.i. cu pistoane libere, fără arbore cotit, însă cu un mecanism de sincronizare a mişcării pistoanelor, aşa cum sunt generatoarele de gaze cu pistoane libere (G.G.P.L), care

sunt m.a.c. in 2T cu pistoane opuse, înalt supraalimentate, ce produc gaze calde a căror energie este prelucrată de turbine de gaze, Diesel- compresoarele cu pistoane libere (D.K.P.L), caresunt m.a.c.în 2T cu pistoane opuse, supraalimentate, ce realizează comprimarea unui fluid compresibil, gaze combustibile, etc.

n) după numărul de cilindri ai motorului;

- m.a.i. monocilindrice, care au un singur cilindru de lucru;
- m.a.i. policilindrice, care au doi sau mai mulți cilindri de lucru;

o) *după dispunerea relativă a cilindrilor;*

- m.a.i. cu cilindrii în linie (monobloc), la care cilindrii sunt dispuși în linie (într-un bloc al cilindrilor), având axele geometrice ale cilindrilor dispuse într-un plan care conține, sau este paralel, cu axa de rotație a arborelui cotit, cilindrii aflându-se de aceeași parte a arborelui cotit;
- m.a.i. cu cilindri în V (cu două blocuri de cilindri), la care axele cilindrilor sunt situate în două plane care fac un anumit unghi între ele, diferit de zero, și sunt paralele sau conțin axa de rotație a arborelui cotit, și pot fi normale, dacă fiecare cot alarborelui cotit este legat la două biele sau la o bielă principală care la rândul ei remorchează o bieletă, și cu cilindrii intercalați, dacă fiecare cot al arborelui cotit este legat de câte o singură bielă;
- m.a.i. cu cilindrii opuși (cu două blocuri de cilindri) care sunt m.a.i.în V, cu unghiul dintre planele în care sunt situate axele cilindrilor de 180° (motoare Boxer);
- m.a.i. cu cilindri în evantai (multibloc), cu mai multe linii de cilindri (mai multe blocuri de cilindri), cu un arbore cotit, la care fiecare cot al arborelui cotit este legat de biele care pot remorca bielete a căror număr total este egal cu numărul de linii (blocuri) ale motoruluii, iar unghiul dintre planele axelor cilindrilor din liniile de cilindri(blocurile de cilindri) extreme este mai mic de 180 ° (pentru trei linii de cilindri - trei blocuri de cilindri) rezultă m.a.i. în W;
- m.a.i. cu cilindri în X, care au patru linii de cilindri(pentru blocuri de cilindri), un arbore cotit, iar axele cilindrilor se află în două plane concurente (m.a.i. cu mecanisme motoare manivelă- piston axate) sau în patru plane, două câte două paralele (m.a.i. cu mecanisme motoare manivelă-piston dezaxate);
- m.a.i. în stea, care au un număr impar de cilindri, mai mare decât unu, dispuși în secțiuni de cilindri, cu axele cilindrilor situate într-un plan transversal și perpendicular pe axa de rotație a arborelui cotit și uniform distribuite în jurul axei de rotație a arborelui cotit, cu o singură secțiune de cilindri- în cazul motorului în stea multiplă; dacă cilindrii motorului în stea multiplă se găsesc în mai multe linii de cilindri (blocuri de cilindri) cu același număr de cilindri în linie și cu numărul de linii de cilindri egal cu numărul de cilindri din secțiunea de cilindri, motorul este în stea multiplă cu linii de cilindri (cu blocuri de cilindri) (o secțiune de cilindri are axele cilindrilor într-un plan transversal perpendicular pe axa arborelui cotit iar pistoanele acestora se leagă prin intermediul bielelor și bieletelor la același cot al arborelui cotit);
- m.a.i. cu două linii paralele de cilindri (două blocuri paralele de cilindri) și doi arbori cotiți, legați între ei prin transmisii mecanice cu roti dințate;
- m.a.i. cu cilindri în H, formate din două motoare cu cilindri opuși, cu axele arborilor cotiți paralele și legațiprin transmisie mecanică cu roți dințate;
- m.a.i. cu cilindri jumelați, formate din grupe de câte doi cilindri, care au aceeași cameră de ardere, cu pistoanele remorcate de același cot al arborelui cotit prin intermediul bielelor sau a unei biele care la rândul ei remorchează o bieletă, având planul axelor geometrice a celor doi cilindri într-un plan transversal, perpendicular pe axa arborelui cotit, sau într-un plan longitudinal, paralel cu axa arborelui cotit (m.a.i. cu mecanisme motoare manivelă-piston dezaxate), sau care conțin axa arborelui cotit (m.a.i. cu mecanisme motoare manivelă-piston axate);
- m.a.i. cu pistoane opuse, care sunt m.a.i. în 2T;

p) *după poziţia cilindrilor*;

- **m.a.i.** cu cilindrii verticali, la care axele cilindrilor sunt paralele şi verticale **iar** cilindrii sunt dispuşi deasupra axei de **rotaţie** a arborelui cotit;
- m.a.i. cu cilindrii înclinaţi, la care axele cilindrilor sunt paralele şi înclinate faţă de planul vertical al locului iar cilindrii dispuşi deasupra axei arborelui cotit;
- m.a.i. cu cilindrii orizontali, la care axele cilindrilor sunt **paralele** şi **orizontale** iar **cilindrii sunt dispuşi de o singură parte a axei arborelui** cotit;
- m.a.i. **inversat,** la care cilindrii sunt **dispuşi** sub planul **orizontal** ce **conţine** axa de rotaţie a arborelui cotit;

q) *după* ***destinaţie***;

- m.a.i. de **propulsie** (motoare **în** 2T şi motoare în **4T);**
- **m.a.i. auxiliare(** de obicei motoare în 4T care **antrenează** generatoare de curent electric);
- m.a.i. de avarie (**antrenează** generatoare de curent electric, pompe de incendiu sau **compresoare** de aer);
- **m.a.i.** pentru bărcile de salvare;

în **fig.** 8.1 ÷ 83 sunt prezentate scheme arhitecturale ale **m.a.i.,** precum şi regulile de numerotare ale cilindrilor.

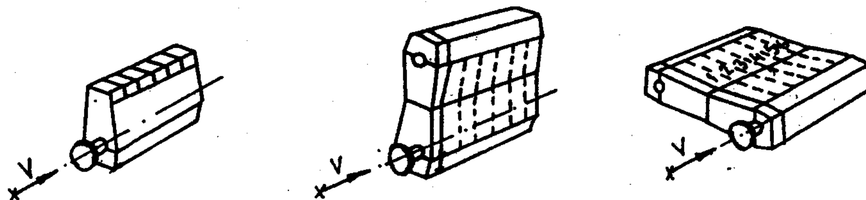


Fig. 8.1. Motoare **cu** dispoziţia **cilindrilor** în **linie**

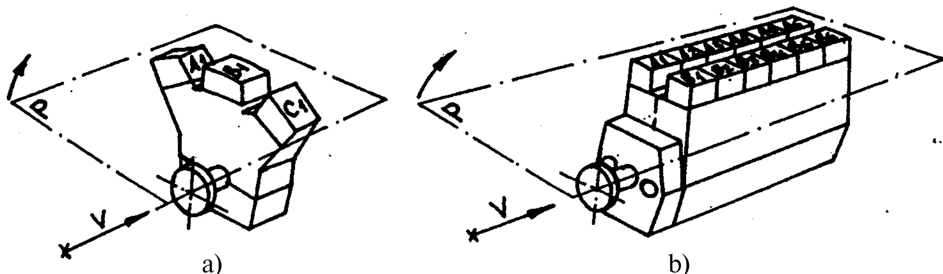


Fig. 8.2. **Motoare** cu dispoziţia **cilindrilor** în: a) **evantai;** b) două linii **paralele**.

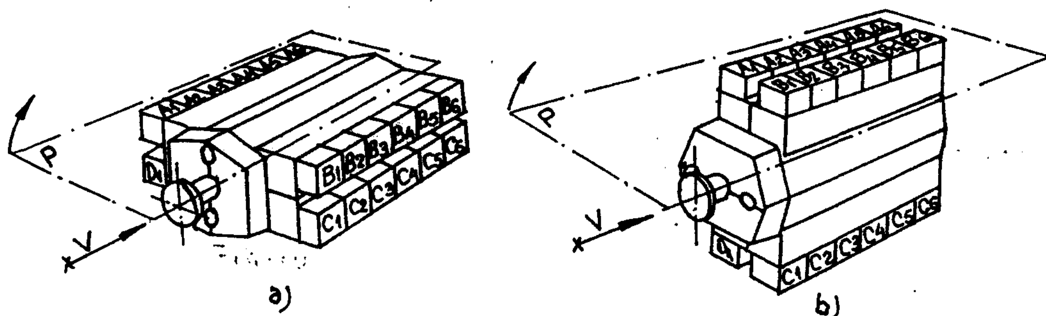


Fig. 8.3. Motoare cu **dispoziţia cilindrilor** în H: a) dispunere orizontală **;**
b) dispunere **verticală**.

r) *după puterea efectivă a motorului*:
- **m.a.i.** de putere **mică**; $P_e < 200$ **kW**;
- **m.a.i.** de putere **medie**; $200 < P_e < 2\,000$ kW;
- m.a.i. de putere **mare**; $2\,000 < P_e < 20\,000$ **kW**;
- **m.a.i.** de putere foarte **mare**; $20\,000 < P_e < 72\,000$ kW;

s) *după raportul cursă/ diametru*:
- m.a.i. cu cursă **scurtă**; $0{,}6 < S/D < 1{,}2$;
- **m.a.i.** cu cursă **medie**; $1{,}2 < S/D < 1{,}5$;
- **m.a.i.** cu cursă lungă; $1{,}5 < S/D < 2{,}2$;
- m.a.i. cu cursă **superlungă**; $2{,}2 < S/D < 4{,}2$;

t) *după diametrul cilindrului*:
- m.a.i. de puteri **mici**; $80 < D < 200$ **mm**;
- m.a.i. de puteri medii; $200 < D < 600$ mm;
- m.a.i. de puteri mari și foarte **mari**; $600 < D < 1\,060$ mm

8.2. Variante constructive ale mtoarelor cu ardere internă

Motoarele cu ardere internă sunt formate, în general, din:
- părțile fixe;
- mecanismul motor;
- mecanisme și instalații auxiliare.

Părțile fixe formează carcasa motorului compusă **din** :
- pentru motoarele în 2T cu cap de cruce (placa de bază, blocul coloanelor, blocul de cilindri, **chiulasa**);
- pentru motoarele în 4T (carterul inferior, carterul superior sau blocul de cilindri, chiulasa);

Mecanismul motor este format din părți mobile.

Părțile mobile principale ale mecanismului motor sunt:
- pentru motoarele în **2T**, arborele **cotit**, **biela**, capul de cruce, tija pistonului, pistonul și **segmenții** ;
- pentru motoarele în **4T**, arborele **cotit**, **biela**, bolțul pistonului, **pistonul** ;

Mecanismele fi instalațiile auxiliare ale motoarelor cu ardere internă sunt:
- mecanismul de distribuție, care asigură desfășurarea proceselor de schimbare a gazelor cu mediul ambiant; pentru motoarele **supraalimentate** mecanismul de distribuție se compune din: arbore de **distribuție**(ax cu came), **culbutori**, supape, agregatul de **supraalimentare**, conducte de aer de supraalimentare, conducte de gaze, colectoare de aer, colectoare de gaze;
- instalația de **răcire**(răcire cilindri, răcire agregate de supraalimentare, răcire pistoane, răcire aer de supraalimentare, răcire **injectoare**);
- instalația de **ungere**(instalația de ungere mecanism motor, instalație de ungere cilindri);
- instalația de **pornire**(lansare) care **cuprinde:buteliile** de aer de lansare, valvulă principală de lansare, **distribuitorul** de aer de lansare, supapele de lansare;
- instalația de inversare a sensului de rotație a arborelui cotit (la m.a.c. reversibile);
- instalația de pregătire combustibil (tancuri de decantare, separatoare purificatoare, separatoare clarificatoare, **valvule** de distribuție și **reglare**);
- instalația de alimentare cu **combustibil**(tancuri de serviciu, tanc de amestec, pompe, filtre, încălzitor de combustibil, **viscozimetru**, pompe de injecție, injectoare);

- instalații de măsură și control, comanda de la distanță, reglare automată cu limitarea regimurilor de suprasarcină și automatizare.

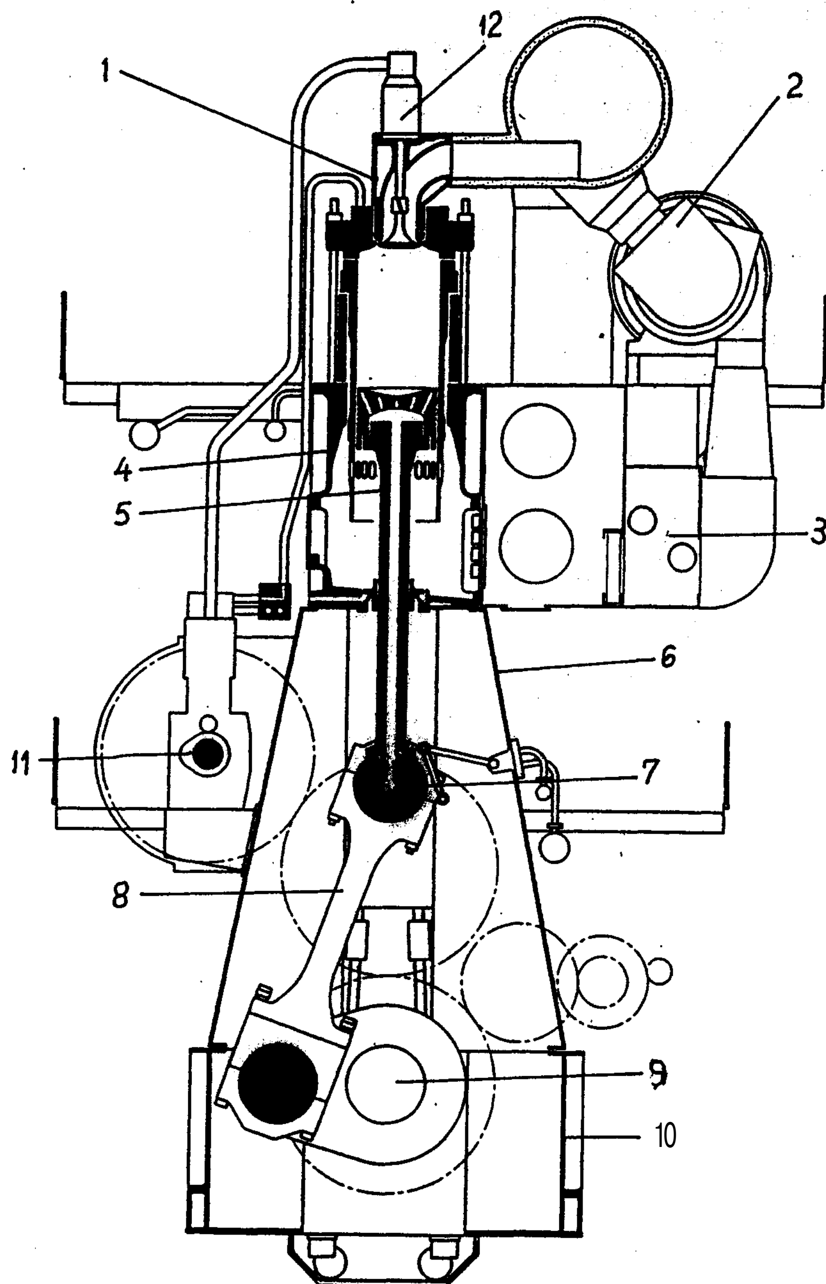


Fig.8.4.Secțiune transversală prin motorul **SULZER** RTA 84C
1 - **chiulasă** și supapă de evacuare; 2 - grup de **supraalimentare;** *3* - colectoare de baleiaj; *4* - bloc de cilindri; 5 - piston cu tijă; *6* - blocul coloanelor, 7 - cap de cruce; *S* - bielă; P - arbore **cotit;** *10* - placa de bază; *11* - ax cu came; *12*- **acționarea** hidraulică asupra supapei de evacuare.

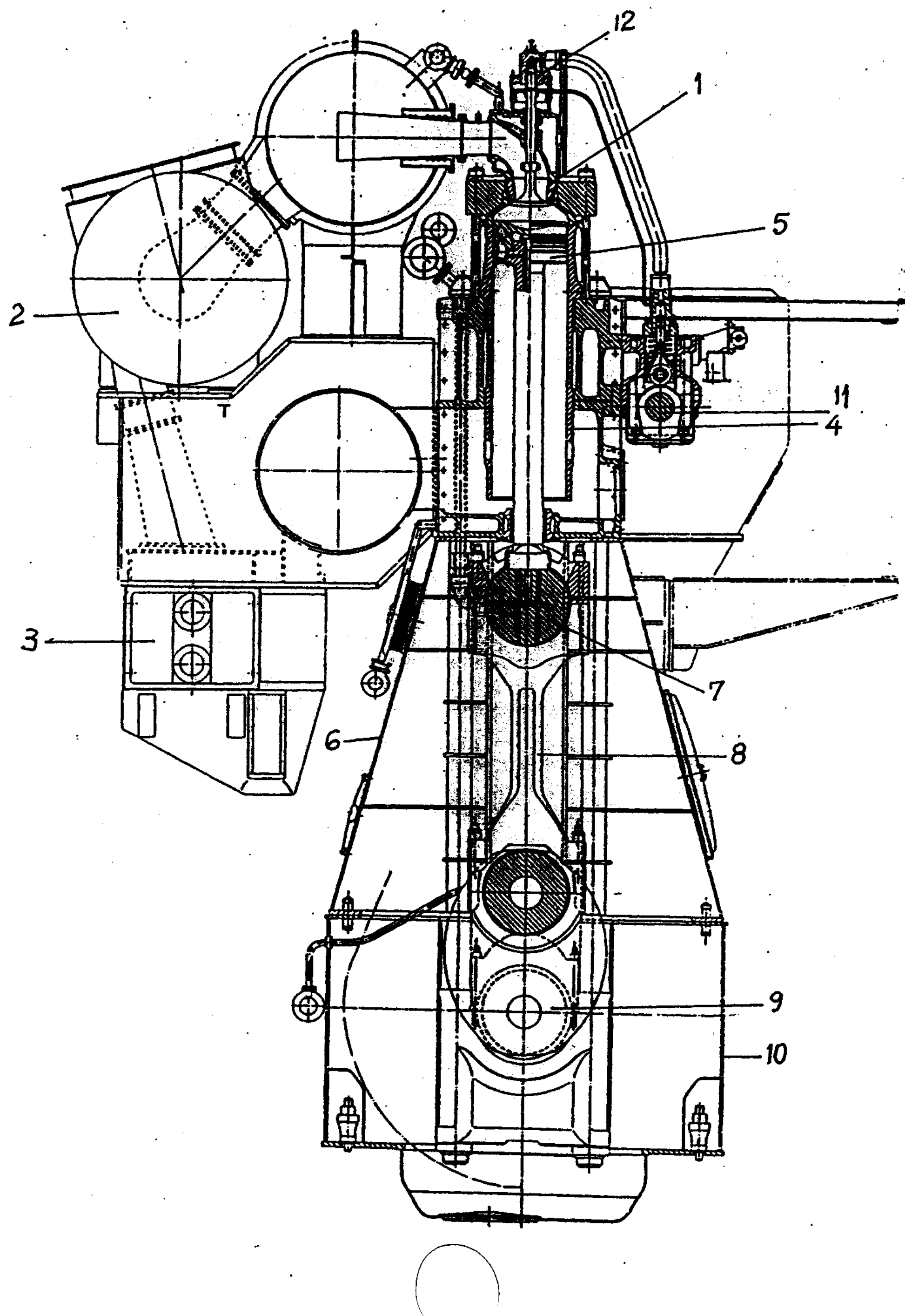


Fig. 8.5.Secțiune transversală prin motorul MAN B&W **L60MC/MCE**
1 - **chiulasă** și supapă de evacuare; *2* - grup de **supraalimentare;** *3* - colectoare de baleiaj; *4* - bloc de cilindri; 5 - piston cu tijă; *6* - blocul **coloanelor;** 7 - cap de cruce; *8* - bielă; *9* - arbore cotit; *10* - placa de bază; ***11****-ax* cu came; *12*- acționarea hidraulică asupra supapei de evacuare.

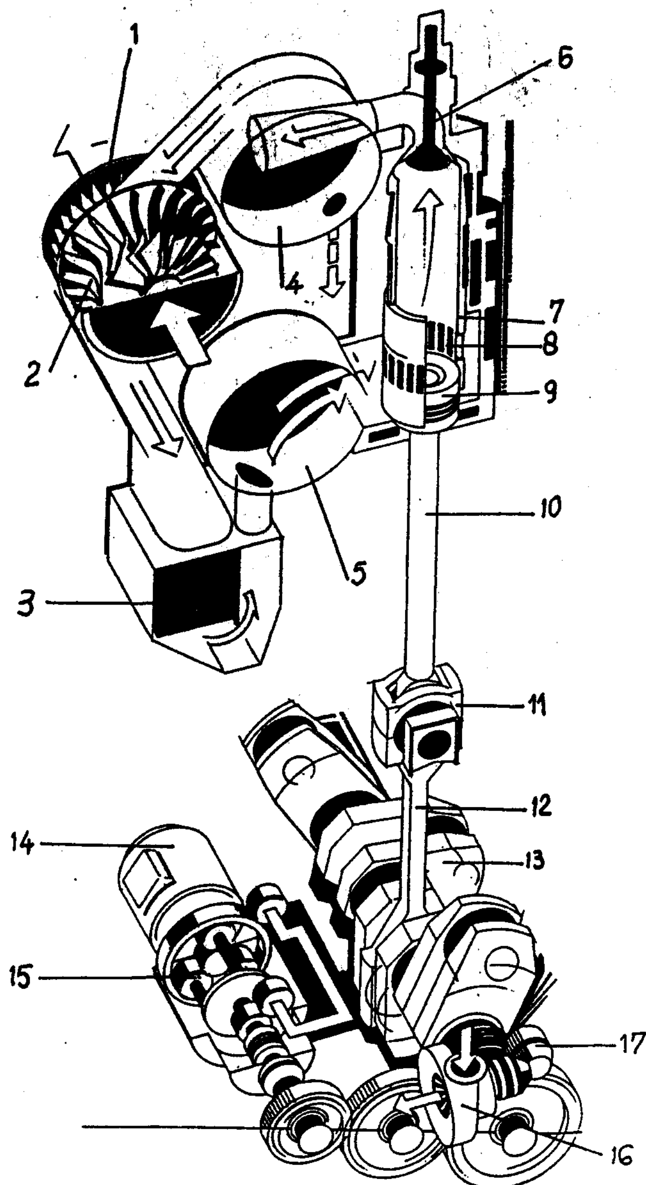


Fig. **8.6.Schema** de amplasare pentru : a) grupul de **supraalimentare;** b) acționarea generatorului electric; c) turbina cu gaze pentru antrenarea arborelui cotit

1 - turbina cu gaze; 2 - compresorul de **aer;** *3* - **răcitorul** de aer, *4* - colector de gaze; 5 - colector de aer, *6* - supapa de evacuare; 7 - cămașa de cilindru; *8* - ferestrele de baleiaj; *9* - **piston ;** *10* - tija pistonului; *11*- capul de cruce; *12* - bielă; *13* - arborele **cotit;** *14* - generator electric; *15*- sistem pentru menținerea turației constante; *16* - turbine cu gaze; *17*- **roți** dințate pentru transmisia puterii de la turbină la flanșa arborelui cotit

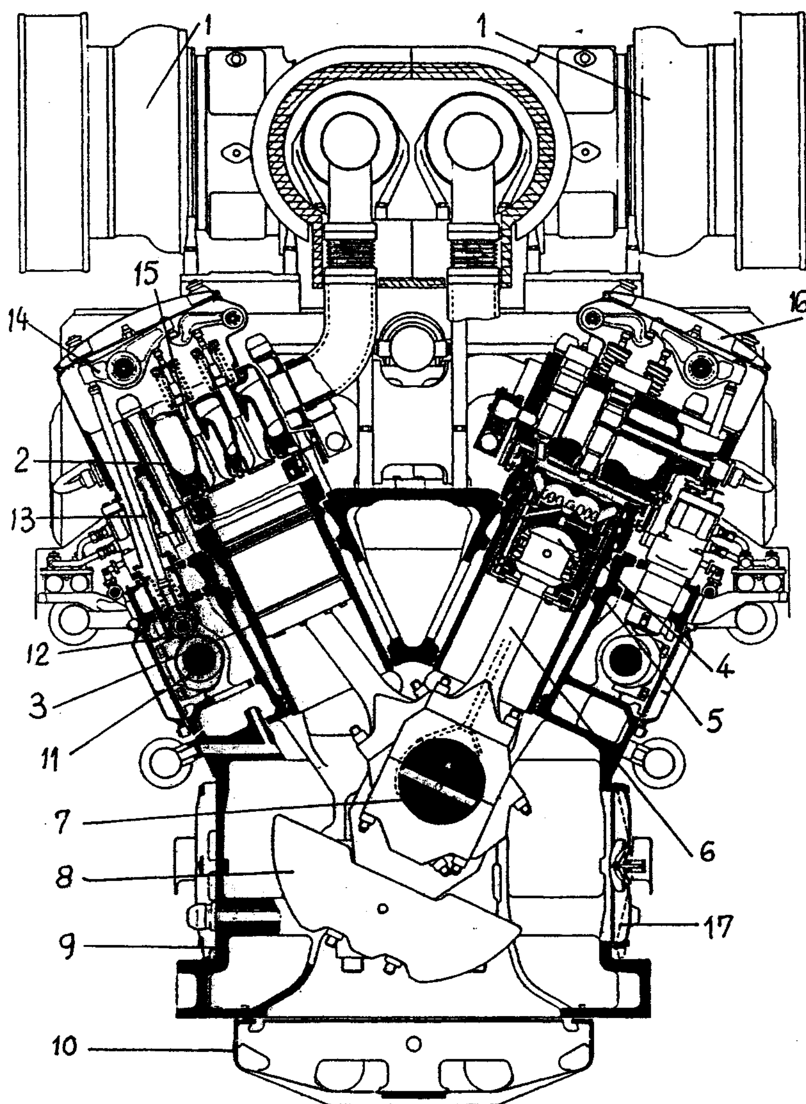


Fig. **8.7.Secțiune** transversală prin motorul SULZER ZA 40S
1 - grupuri de supraalimentare; 2 - chiulasă ; *3* - bloc de cilindri; *4* - piston; *5* - bolțul sferic al pistonului; *6* - bielă; *7* - fusul maneton; *8* - contragreutate; 9 - carter, *10* - baia de ulei; *11* - *ax* cu came; *12* - tachet cu rolă; *13* ~ tijă împingătoare; *14* - culbutori; *15* - supape; *16* - capacul culbutorilor; *17* - supapă de siguranță montată pe carter .

8.3. Parametrii geometrici

Principalele dimensiuni ale motoarelor navale de propulsie trebuie să fie luate în seamă pentru dimensionarea compartimentului mașini, motiv pentru care firmele constructoare le prezintă în documentație de ofertă. Principalele dimensiuni sunt: L_1 - lungimea maximă a motorului; A - înălțimea de la flanșa de așezare amotorului pe postament până la axa palierelor; B - lățimea plăcii de bază a motorului; E - distanta dintre axele cilindrilor; H_1; H_2; H_3 - înălțimi de manevră pentru macara sau pod.

Tabelul 8. L Dimensiunile principale pentru motoarele **MAN B&W**

Tipul	Cil.	L_1 mm	A mm	B mm	E mm	H_1 mm	H_2 mm	H, ram	Masa tone
K90MC	4	9496	1 699	4 936	1 602	14 050	13200	13 070	752
	5	11096	1 699	4936	1 602	14050	13 200	13070	902
	6	11 260	1 699	4936	1602	14 050	13200	13070	1040
	7	12 862	1 699	4 936	1 602	14050	13200	13070	1 196
	8	17 139	1 699	4936	1 602	14 050	13200	13070	1 330
	9	18 741	1 699	4936	1 602	14 050	13 200	13070	1 462
	10	20 343	1 699	4 936	1 602	14050	13200	13070	1 597
	11	21 945	1 699	4936	1 602	14 050	13200	13070	1 742
	12	23 547	1 699	4936	1 602	14050	13200	13070	1 879
K90MC-C	6	12480	1 699	4 286	1 602	12 105	12050	11900	930
	7	14082	1 699	4 286	1 602	12 105	12050	11900	1 056
	8	15 684	1 699	4 286	1 602	12 105	12050	11900	1 183
	9	18429	1 699	4 286	1 602	12 105	12 050	11900	1 374
	10	20031	1 699	4 286	1 602	12 105	12 050	11900	1 500
	11	21 633	1 699	4 286	1 602	12 105	12050	11 900	1 665
	12	23 235	1 699	4 286	1 602	12 105	12050	11900	1 795
L90MC	4	9 535	1 699	4 936	1 602	13 835	13 200	13070	776
	5	11 137	1 699	4 936	1 602	13 835	13 200	13 070	930
	6	12739	1 699	4 936	1 602	13 835	13 200	13 070	1 073
	7	15 576	1 699	4 936	1 602	13 835	13 200	13070	1 235
	8	17 178	1 699	4 936	1 602	13 835	13 200	13070	1 375
	9	18 780	1 699	4 936	1 602	13 835	13 200	13070	1 512
	10	20 382	1 699	4 936	1 602	13 835	13200	13 070	1 653
	11	21 984	1 699	4 936	1 602	13 835	13200	13 070	1 803
	12	23 586	1 699	4 936	1 602	13 835	13200	13 070	1946
S80MC	4	8 934	1 736	4 824	1 424	13 950	13000	12 870	656
	5	10358	1 736	4 824	1 424	13950	13 900	12 870	776
	6	11 782	1 736	4 824	1 424	13950	13000	12 870	880
	7	13 206	1 736	4 824	1 424	13 950	13 000	12 870	973
	8	14630	1 736	4 824	1 424	13950	13900	12 870	1 085
	9	16 904	1 736	4 824	1 424	13 950	13000	12 870	1 190
	10	18 328	1 736	4 824	1 424	13950	13 000	12 870	1 295
	11	19 752	1 736	4 824	1 424	13 950	13900	12 870	1 400
	12	21 176	1 736	4 824	1 424	13 950	13 000	12 870	1 505
K80MC-C	6	11 199	1 518	4 088	1 424	11 410	11 300	11 150	694
	7	12 623	1 518	4 088	1 424	11 410	11 300	11 150	785
	8	14 047	1 518	4 088	1 424	11 410	11300	11 150	882
	9	15471	1 518	4 088	1 424	11410	11 300	11 150	983
	10	16 895	1 518	4 088	1 424	11 410	11 300	11 150	1 101
	11	18319	1 518	4 088	1 424	11410	11300	11 150	1 229
	12	19 743	1 518	4 088	1 424	11 410	11 300	11 150	1 332
L80MC	4	8481	1 510	4 388	1 424	12330	11 800	11 630	562
	5	9 905	1 510	4 388	1 424	12 330	11 800	11 630	682
	6	11 329	1 510	4388	1 424	12330	11800	11 630	778
	7	12 753	1 510	4 388	1 424	12 330	11 800	11 630	884
	8	14 177	1 510	4 388	1 424	12330	11 800	11 630	992
	9	16 671	1 510	4388	1 424	12330	11 800	11 630	1099
	10	18 095	1 510	4 388	1 424	12 330	11 800	11 630	1 206
	11	19519	1 510	4 388	1 424	12 330	11 800	11 630	1 313
	12	20 943	1 510	4 388	1 424	12330	11 800	11 630	1 420
S70MC	4	7 735	1 520	4 250	1 246	12 130	11325	11 175	434
	5	8981	1 520	4 250	1 246	12 130	11 325	11 175	513
	6	10227	1 520	4 250	1 246	12 130	11 325	11 175	595
	7	11 473	1 520	4 250	1 246	12 130	11 325	11 175	663
	8	12719	1 520	4 250	1 246	12 130	11 325	11 175	750
L70MC	4	7 371	1 323	3 766	1 246	10775	10 150	10010	399
	5	8617	1 323	3 766	1 246	10775	10 150	10010	478
	6	9863	1 323	3 766	1 246	10775	10 150	10010	549
	7	11 109	1 323	3 766	1 246	10 775	10 150	10010	615
	8	12 355	1 323	3 766	1 246	10775	10 150	10010	695

Tabelul 8.1 (continuare)

Tipul	Cil.	L_1 mm	A nun	B mm	E mm	H_1 mm	H_2 nun	H_3 nun	Masa tone
S60MC	4	6 588	1 300	3 478	1 068	10400	9 750	9 600	290
	5	7 656	1300	3 478	1 068	10 400	9 750	9600	338
	6	8 724	1300	3 478	1 068	10400	9 750	9600	391
	1	9 792	1 300	3 478	1 068	10400	9750	9600	439
	8	10860	1300	3 478	1 068	10400	9 750	9 600	488
L60MC	4	6 278	1 134	3 228	1 068	9235	8 700	8 545	260
	5	7346	1 134	3 228	1 068	9 235	8 700	8545	303
	6	8414	1 134	3 228	1 068	9 235	8 700	8 545	351
	7	9432	1 134	3 228	1 068	9 235	8 700	8 545	394
	8	10456	1 134	3 228	1 068	9 235	8 700	8 545	438
S50MC	4	5800	1094	2916	890	8 700	8 150	8 005	178
	5	6 690	1094	2916	890	8 700	8 150	8005	206
	6	7 580	1094	2916	890	8 700	8 150	8005	237
	7	8 470	1 094	2 916	890	8 700	8 150	8005	265
	8	9 360	1094	2916	890	8 700	8 150	8 005	295
L50MC	4	5 818	944	2710	890	7 725	7400	7 280	162
	5	6 708	944	2710	890	7 725	7400	7 280	187
	6	7 598	944	2710	890	7 725	7400	7 280	216
	7	8 488	944	2710	890	7 725	7400	7 280	240
	8	9 378	944	2710	890	7 725	7 400	7 280	267
L42MC	4	4661	690	2460	748	6 525	6300	6 250	96
	5	5409	690	2 460	748	6525	6 300	6 250	113
	6	6 157	690	2460	748	6 525	6 300	6 250	129
	7	6 905	690	2 460	748	6 525	6 300	6 250	144
	$	7 653	690	2460	748	6 525	6 300	6250	162

8.5. Comparația dintre motoarele cu ardere internă cu piston și alte tipuri de motoare termice

Motoarele cu ardere internă cu piston în mișcare alternativă **prezintă**, în comparație cu celelalte tipuri de motoare termice, următoarele *avantaje:*

- timpul scurt necesar pregătirii motorului pentru pornire;

- parametrii **termoeconomici** cei mai ridicați si anume: consumul specific efectiv de combustibil este: $c_e = (250 \div 170)$ $[g/kWh]$, iar randamentul efectiv: $\eta_e = (35 \div 51)$ %, față de instalațiile energetice cu turbine cu abur, la care $\eta_e = (22 \div 26)$ % și de instalațiile energetice cu turbine cu gaze, la care η_e = (24 f 30) %.

- asigură o mare autonomie navelor;

- siguranță mare în exploatare privind apariția incendiilor și a exploziilor;

- indicii de gabarit și greutate sunt mai mici, față de instalațiile energetice cu turbine cu abur și cu turbine cu gaze, care implică existența mai multor agregate ce compun instalația;

- nivelul relativ scăzut al temperaturii în spațiile în care sunt amplasate, asigurând astfel condiții bune pentru personalul de exploatare al instalațiilor energetice cu m.a.i.

Dezavantajele principale ale m.a.i. cu piston cu mișcare alternativă sunt:

- complexitatea ridicată a construcției și necesitatea unui personal de exploatare cu calificare înaltă;

- cheltuielile relativ mari privind construcția motoarelor;

- dificultăți de reducere a turației în exploatare,în special, la m.a.c. sub ($1/3 \div 1/4$) n_{nom} (n_{nom}- turația nominală a motorului);

- nivelul de zgomot, relativ ridicat în special, la ra.a.c. semirapide şi rapide.

Motoarele cu ardere internă prezintă următoarele *direcţii de perfecţionare şi dezvoltare*:

- îmbunătăţirea parametrilor caracteristici ai ciclului motor prin perfecţionarea proceselor de formare a amestecului şi de ardere a combustibilului;
- ridicarea presiunii de comprimare;
- creşterea vitezei medii a pistonului la reducerea vitezei medii unghiulare;
- creşterea puterii efective, P_e şi a randamentului efectiv, η_e, prin aplicarea supraalimentării cu ajutorul agregatelor de supraalimentare;
- folosirea m.a.c. lente, cu cap de cruce, în 2T, de mare putere, cu simplu efect, cu grade înalte de supraalimentare, la care s-au obţinut puteri pe cilindru de ~ 6 000 kW, iar pe agregat de ~ 72 000 kW;
- reducerea indicilor de gabarit şi greutate prin creşterea rapidităţii, prin aplicarea supraalimentării, în general, şi a supraalimentării înalte la m.a.c. în 4T, prin realizarea construcţiilor sudate, folosirea aliajelor uşoare şi prin crearea unor noi forme arhitecturale de motoare;
- folosirea instalaţiilor energetice combinate cu m.a.i. şi turbine cu gaze;
- reducerea pierderilor prin frecare, prin utilizarea unor noi materiale de antifricţiune şi prin perfecţionarea instalaţiilor de ungere şi aditivarea uleiurilor;
- creşterea fiabilităţii (durabilităţii) motoarelor;
- scăderea nivelului zgomotului, vibraţiilor şi a emisiilor poluante produse de m.a.i.;
- folosirea sistemelor de reglare automată, pentru subsisteme ale m.a.i.; sistemul (instalaţia) de alimentare cu combustibil, sistemul de injecţie, sistemul de supraalimentare, sistemul de baleiaj-supraalimentare, sistemul de ungere, sistemul de răcire şi automatizării complexe pentru optimizarea regimurilor de funcţionare ale instalaţiilor energetice cu m.a.i. prin folosirea calculatoarelor electronice, în general şi a calculatoarelor de proces în special;
- îmbunătăţirea comportării dinamice a subsistemelor motoarelor şi a comportării dinamice a m.a.i., prin aplicarea automatizăării complexe;

8. 6. Indicii tehnici şi termoeconomici ai m.a.i. şi ai instalaţiilor energetice cu m.a.i.

Indicii tehnici şi termoeconomici ai m.a.i. şi ai instalaţiilor energetice cu m.a.i. permit efectuarea comparaţiei între m.a.i. şi respectiv între instalaţiile energetice cu m.a.i. din punctul de vedere constructiv şi respectiv, din punctul de vedere al gradului de folosire a energiei termice dezvoltată de combustibil în m.a.i.

Se folosesc indici tehnici şi termodinamici absoluţi şi relativi.

Indicii tehnici utilizaţi sunt:

- indici de putere;
- indici de gabarit;
- indici de greutate;

Indicii de putere absoluţi mai importanţi sunt:

- puterea indicată la regimul nominal de funcţionare al motorului, $P_{i\,nom}$ kW;
- puterea efectivă la regimul nominal de funcţionare al motorului, $P_{e\,nom}$ kW.

Regimul staţionar de funcţionare al unui m.a.i. este precizat, în prima analiză, de următorii parametrii constanţi în timp:

- poziţia organului de reglare al motorului, care determină încărcarea (sarcina) acestuia;
- turaţia arborelui cotit;

- **regimul** termic caracterizat de câmpul de temperatură al organelor motorului și al **fluidelor** de **lucru** (gaze de ardere, **apă**, ulei, combustibil, aer, **etc.**);
- parametrii de reglaj ai **motorului(** avans la injecție, avansurile și întârzierile la supapele de **admisie** și evacuare);

8.6.1. Constanta cilindrului. Constanta motorului

$P_{icil} = p_{cil} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \frac{2n}{\tau} \cdot \frac{1}{60}$ kW; $P_{icil} = p_{mi} \cdot K_{cil} \cdot n$; $K_{cil} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \frac{2}{\tau} \cdot \frac{1}{60}$

$P_{i\,cil}$ - puterea fcdicată pe cilindru;
p_{mi} - **presiunea** medie **indicată;**
n - turația **motorului;**
τ = 2, M2T; τ 4, M4T.

Tabelul 8.2. **Constanta cilindrului**

P_i	p_{mi}	n	D	S	K_{cil}
CP	kgf/cm^2	rot/min	m	m	$\frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \frac{2}{\tau} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{10^4}{75}$
	kN/m^7	rot/min	m	m	$\frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \frac{2}{\tau} \cdot \frac{1}{60}$
	MN/m^2	rot/min	m	m	$\frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \frac{2}{\tau} \cdot \frac{1}{60}\, 10^3$
kW	daN/cm^2	rot/min	m	m	$\frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \frac{2}{\tau} \cdot \frac{1}{60} \cdot 10^2$

$K_{mot} - i \cdot K_{cil}$
K_{cil} - constanta cilindrului, K_{mot} - constanta motorului

8.6.2. Coeficientul de combustibil

$C_F = \frac{D^{\frac{2}{3}} \cdot V^3}{F}$ unde: C_F - coeficientul de combustibil; D [t] - deplasamentul navei; V[Nd] - viteza navei; F[t/24h] - cantitatea de combustibil consumată.

Prin valoarea coeficientului de combustibil pot fi comparate nave similare, care au aproximativ aceeași **viteză**, aparțin aceleiași companii, au aceleași rute, folosesc combustibil de aceeași calitate.

Coeficientul de combustibil are următoarele valori:
70 000 ÷ 95 000 pentru nave de mărfuri generale;
70 000 ÷ 95 000 pentru nave tancuri petroliere;
80 000 ÷ 100 000 pentru nave de linie;
• 90 000 ÷ 110 000 pentru nave mari de pasageri.

8.6.3. Alunecarea aparentă (Apparent propeller slip)

Reprezintă diferența dintre pasul constructiv al elicei și înaintarea reală a navei la o rotație completă în apă.

$$A.\ \varepsilon_e = \frac{n\cdot H - 101{,}33\cdot V}{n\cdot H}\cdot 100 \quad \%$$

n [rot/min] - turația elicei (propulsorului);
H [fr] - pasul constructiv al elicei;
V [Nd] - viteza navei;
1 Nd = 1 Mm/h = 101,33 ft/min;
1 inch = 25,39 mm;

1 ft = 12 inch;
1 yd 3 : ft = 36 inch;
1 cb = 200 yd;
1 Mm = 10 cb;
1 Lg = 3 Mm.

$$B.\ \varepsilon_e = \frac{n\cdot H - 30{,}70\cdot V}{n\cdot H}\cdot 100 \quad \%$$

n [rot/min] - turația elicei (propulsorului); *H* [m] - pasul constructiv al elicei;
V [Nd] - viteza navei; *1* Nd = 30,70 m/min.

8.6.4. Coeficientul amiralității (The amiralty constant)

$$C_A = \frac{D^{\frac{2}{3}}\cdot V^3}{SHP}$$ unde: C_A - *coeficientul amiralității,* dependent de firma **navei,** de finisajul corpului și de alți factori; *D* [t]- deplasamentul navei; *V* [Nd] - viteza navei; *SHP* [CP] - puterea efectivă a motoarelor principale (Aggregate **Schaft** Horse - Power of Engines)

C_A = 500 – 530 pentru nave tancuri petroliere;
C_A = 450 pentru nave de mărfuri generale;
C_A = 400 pentru nave de linie;
C_A = 350 pentru nave de pasageri;
C_A = 250 ÷280 * pentru nave destinate transportului pasagerilor și poștei pe Canalul Mânecii.

*Cross Channel Vessel - navă rapidă de 1900 – 4200 TRB cu viteza 18 ÷24 noduri.

8.6.5. Brațul frânei hidraulice

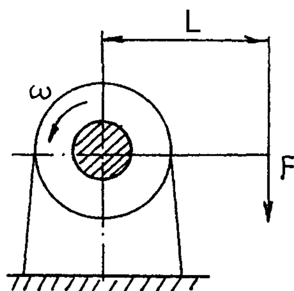


Fig. 8.8. Schema de principiu a frânei hidraulice

Relația de **calcul** : $P_e = \frac{F\cdot L}{K_{UM}}\cdot\frac{\pi\cdot n}{30}\cdot\frac{F\cdot n}{1000}$;

$1CP = 75\frac{kg\cdot f\cdot m}{s}$; $K_{UM} = 75$;

$1kW = 100\frac{daN\cdot m}{s}$; $K_{UM} = 100$

P_e	F	K_{UM}	n	L
CP	**kgf**	75	**rot/min**	$\frac{75 \cdot 30}{100 \cdot \pi} = 0{,}71619m \approx$ **716mm**
kW	**daN**	100	**rot/min**	[illegible] $\frac{\ldots}{100 \cdot \pi}$ „V. —n,9549m . **955mm**

Concluzii
Pentru o frână **hidraulică** se **utilizează** relația:

$$P_e = \frac{F \cdot n}{1000}$$ pentru determinarea puterii efective a motorului.

Observație
Frânele hidraulice sunt folosite pentru determinarea puterii **motoarelor** termice turbinelor cu gaze, turbinelor cu abur și motoarelor electrice.

8.6.6, Determinarea puterii MP cu traductor montat pe linia axială

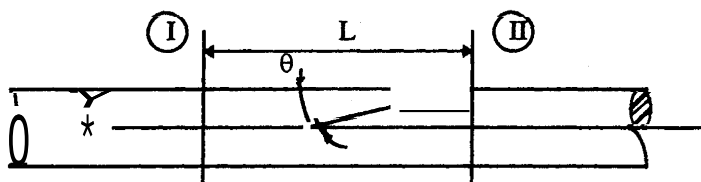


Fig. 8.9. Măsurarea unghiului de torsiune

$\theta = \frac{M_t \cdot L}{G \cdot I_p}$; M_t [kN · m] - momentul transmis de motor elicei (consumatorului);

L [m] - distanța dintre cele două secțiuni de măsurare;
G [kN/m^2] - modulul de elasticitate **transversal(** caracteristică de material);
I_p [m^4] - momentul de inerție polar.

8.6.7. **Caracteristicile** motoarelor

Curbele care arată variația puterii și a consumului de combustibil la variația **condițiilo** de funcționare ale motorului se numesc *caracteristicile motorului.*

Cel mai mare interes și cea mai mare importanță practică o au caracteristica exterioară a motorului, caracteristica de elice, caracteristica de sarcină.

Pentru motoarele cu **autoaprindere,** caracteristica exterioară reprezintă variația puterii și a consumului de combustibil introdus în cilindru la fiecare cursă activă.

în realitate, debitul pompei de injecție, în cazul poziției neschimbate a **cremalierei** pompei, nu poate rămâne constant la diferite turații, deoarece, o dată cu modificarea turației, se schimbă și coeficientul de debit al pompei de injecție. Totuși, experiența arată că coeficientul de debit al pompei de injecție variază în limite foarte mici și din această **cauză,** în mod practic, se poate considera că debitul **pompei** de **injecție** este constant pentru orice **turație.Deoarece** caracteristica exterioară se referă la funcționarea motorului cu debitul de combustibil maxim posibil, ea **indică** valorile puterilor maxime care pot fi obținute la diverse turații.

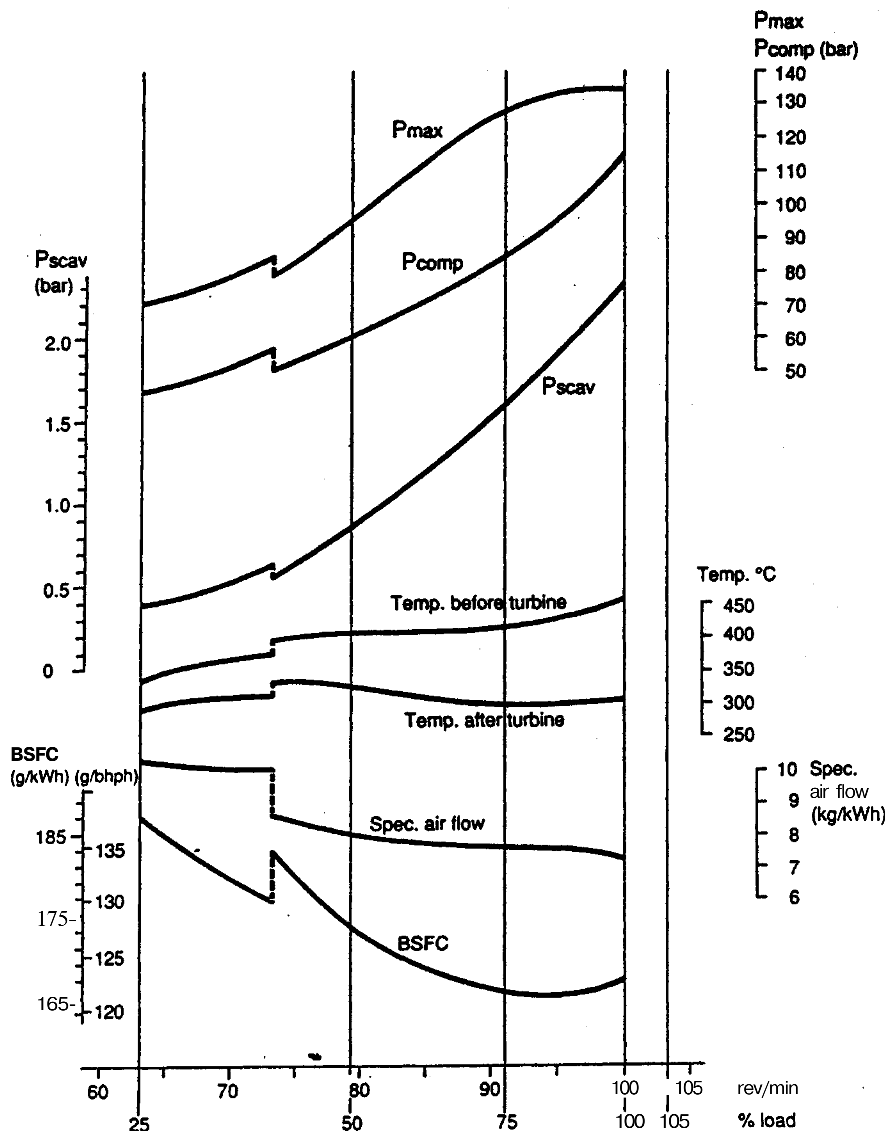


Fig. 8. 10. Caracteristicile motorului SULZER 9RTA 84C

Motorul dezvoltă 34 380 kW MCR la 100 rot/ min.

p_{max}. • presiunea maximă de ardere; p_{comp} - presiunea de comprimare; p_{scav}. - presiunea de baleiaj; *BSFC* - consumul specific efectiv de combustibil; *temp.before turbine* - temperatura la intrarea în turbine; *temp. after turbine* - temperatura la ieșirea din turbine; *spec. air flow*- consumul specific de aer, *load* - sarcină (putere).

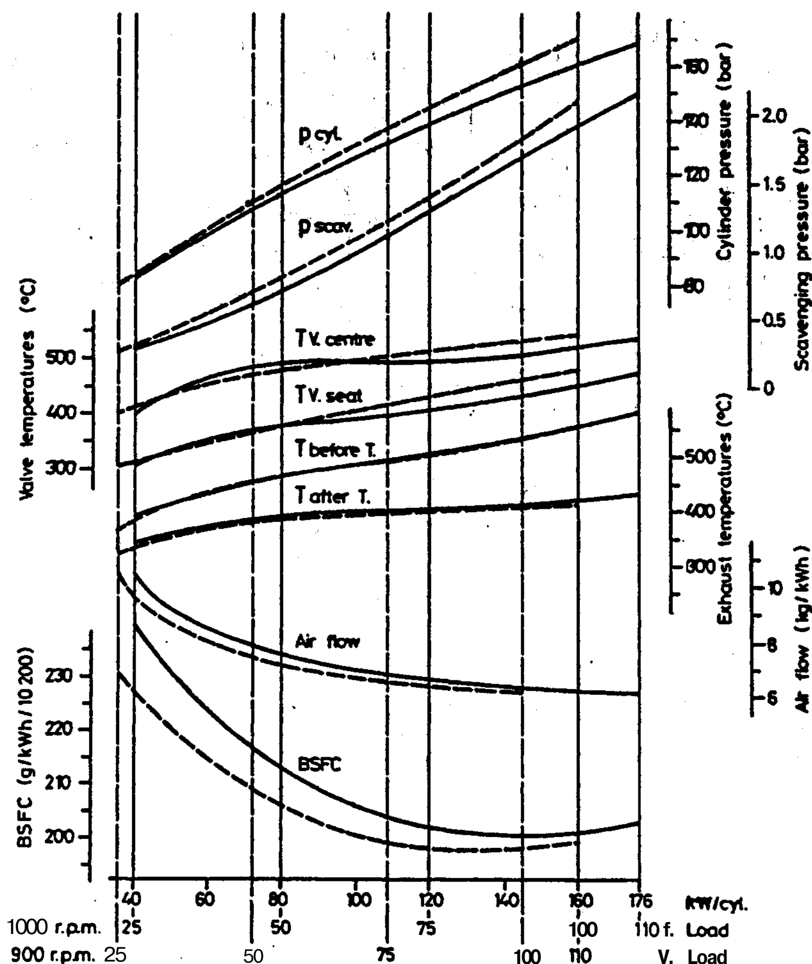


Fig. 8.11 . **Caracteristicile** motorului SULZER 6S 20

——————- Motorul dezvoltă 160 kW **/cilindru** MCR la 1000 **rot/min**

.... Motorul dezvoltă 145 kW **/cilindru** MCR la 900 rot **/min**

valve temperatures - temperaturile **supapelor ;** ***exshaust*** *temperatures* - temperaturi la evacuare; *airflow* - consumul specific de aer, ***scaveging****pressure* - presiunea de supraalimentare; *cylinderpressure* - presiunea din **cilindru;** *BSFC* - consumul **specific** efectiv de combustibil; *load* - sarcină **(putere).**

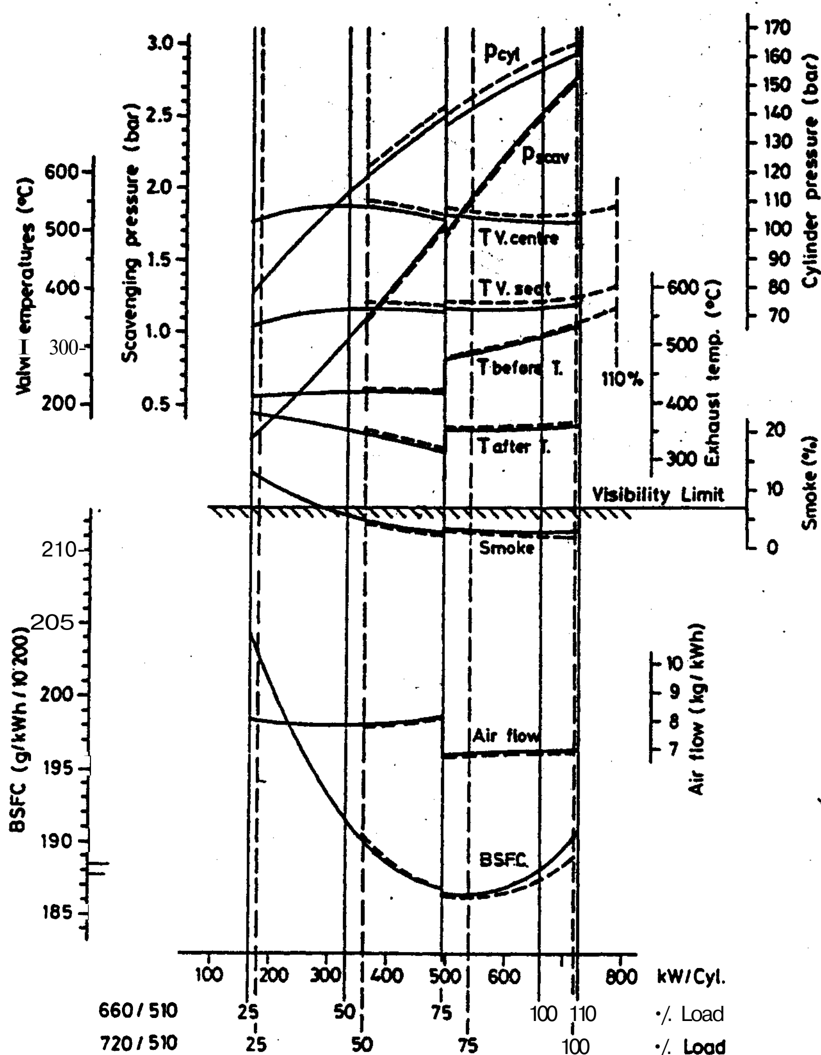


Fig. 8.12 . Caracteristicile motorului SULZER ZA 40 S

———————— **660 kW / cilindru la 510 rot/ min**

.... **720 kW / cilindru la 510** rot / rain

valve temperatures - temperaturile **supapelor;** ***exshaust*** *temperatures* - temperaturi la evacuare; ***air flow***- consumul specific de aer, *scaveging pressure* - presiunea de **supraalimentare;** ***cylinder****pressure* - presiunea din cilindru; ***BSFC***- consumul specific efectiv de combustibil; *load* - sarcină (**putere);** *smoke* - fum; *visibility limit* - limita de vizibilitate.

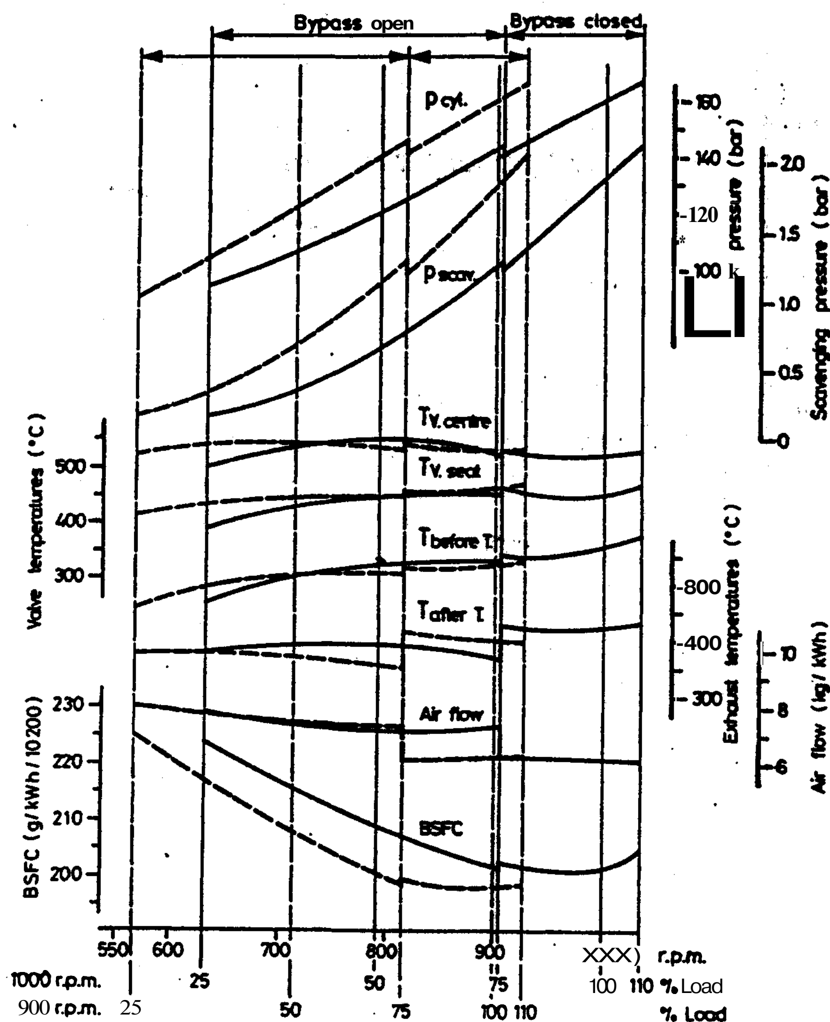


Fig. 8.13. Caracteristicile motorului **SULZER** 6 S20 folosit ca motor de propulsie

———————— **160 kW / cilindru la 1000 rot / min.**

.... **145 kW / cilindru la 900 rot /min.**

valve temperatures - temperaturile **supapelor**; *exshaust temperatures* - temperaturi la evacuare; *air flow* - consumul specific de **aer**; *scaveging pressure* - presiunea de **supraalimentare**; *cylinder pressure* - presiunea din cilindru; *BSFC* - consumul specific efectiv de **combustibil**; *load* - sarcină (**putere**); *bypass open* - clapeta de bypass **deschisă**; bypass *closed* - clapeta de bypass închisă.

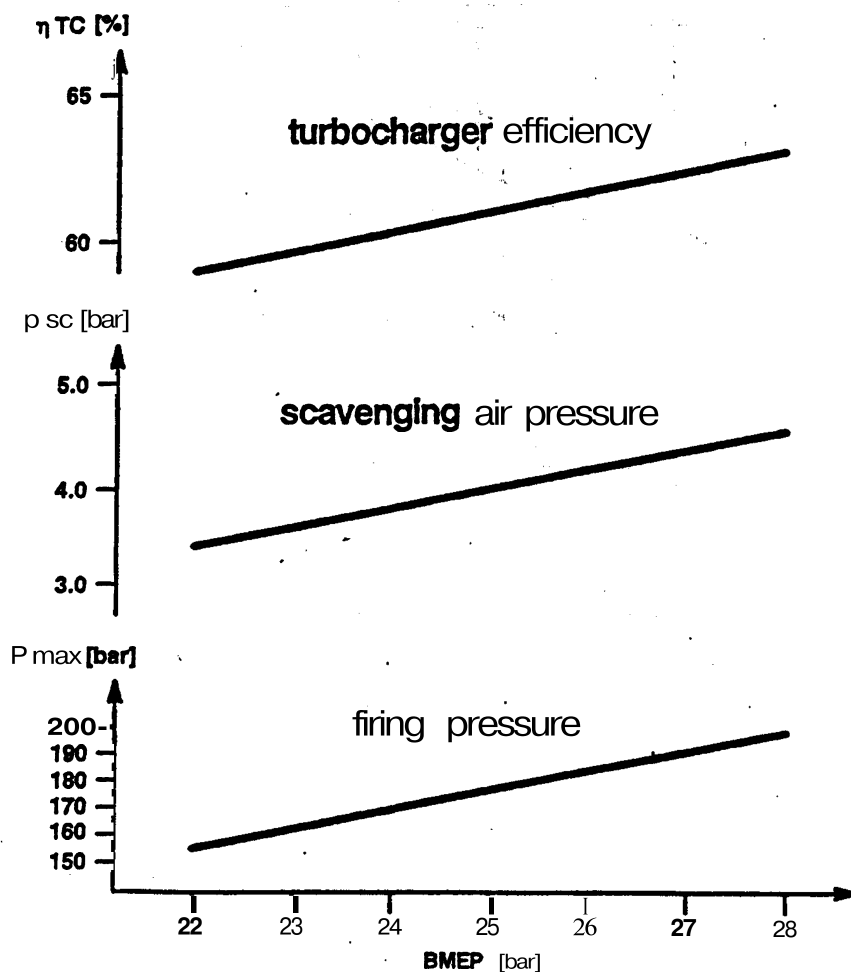


Fig. 8.14. Caracteristicile motorului SULZER ZA 40 S

turbocearger *efficiency* - randamentul turbosuflantei; *scavenging air pressure* - presiunea de **supraalimentare;** *firing pressure* - presiunea de ardere; *BMEP* - - presiunea medie efectivă.

8.7. Steaua manivelelor și ordinea de aprindere

în lucrare sunt prezentate motoare în 4 timpi (4T) și 2 timpi (2T) cu dispoziția cilindrilor în" LINIE", în "V "și în "STEA".

Notații:

φ_c = 360° RAC unghiul funcțional pentru M2T; θ_m - distanta unghiulară dintre manetoane;

φ_c 720° RAC unghiul funcțional pentru M4T; θ_v - unghiul dintre grupurile de cilindri;

θ_a - distanța unghiulară dintre aprinderi.

8.7.1. Motor mono-cilindru

$R = \frac{S}{2}$; S - diametrul cercului descris de axa fusului maneton;

L- lungimea bielei;

$\lambda = \frac{S}{2L} = \frac{1}{5,2} \div \frac{1}{2,5}$; $\lambda_{cl} = \frac{1}{5,2} \div \frac{1}{4}$;

M4T | $\varphi_c = 720°$ RAC

M2T | $\varphi_c = 360°$ RAC.

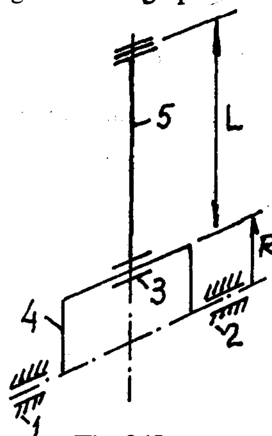


Fig. 8.15

1.2- lagăre paliere; *3-* lagărul fusului maneton; *4-*brațul A.C; *5-* bielă.

8.7.2. Motor cu 2 cilindri

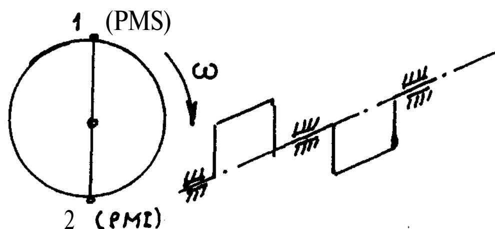
8.7.2.1. Motor 2T

8.7.2.1.1. Dispoziția cilindrilor în L

$\varphi_c = 360°$ RAC

$\theta_a = \frac{\varphi_c}{2} = \frac{360}{2} = 180°$ RAC

$\theta_m = \frac{360}{2} = 180°$



8.7.2.1.2. Dispoziția cilindrilor în V

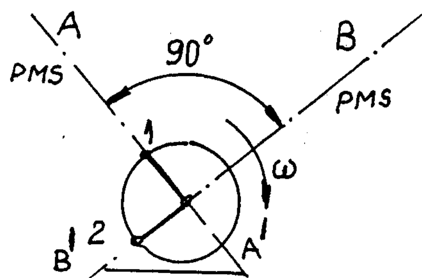
$\varphi_c = 360°$ RAC

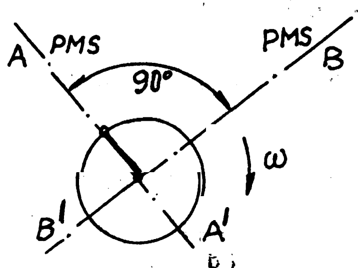
$\theta_a = \frac{\varphi_c}{2} = \frac{360}{2} = 180°$ RAC

$\theta_m = \frac{360}{2} = 90°$

PISTON (1) PMS (A)

(PISTON (2) PMI (B')





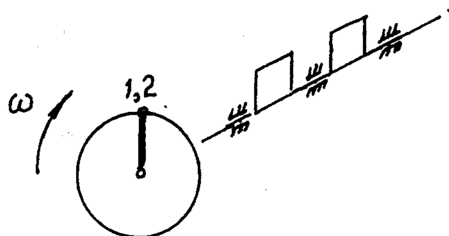
$\varphi_c = 360° RAC$

$\theta'_A = 90°$ Aprinderile **nu** sunt uniform

$\theta''_A = 270°$ **distribuite**

8.7.2.2. Motor în 4T

8.7.2.2.1. Dispoziția cilindrilor în L



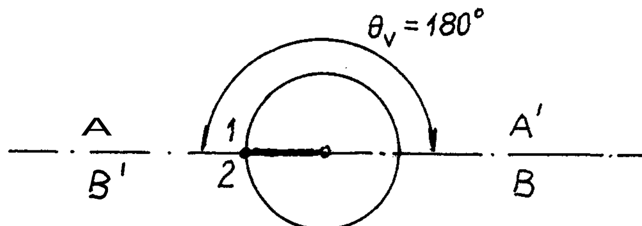
$\varphi_c = 720\ ° RAC$

$\theta_A = \frac{770}{2} = 360\ ° RAC$

$\theta_M = 0°$

Manivelele **sunt** în plan și in fază.

8.7.2.2.2. **Dispoziția cilindrilor în V**



PISTONUL (1) la **PMS**
PISTONUL (2) la **PMI**

$\theta'_A = 180\ ° RAC$

$\theta''_A = 540\ ° RAC$

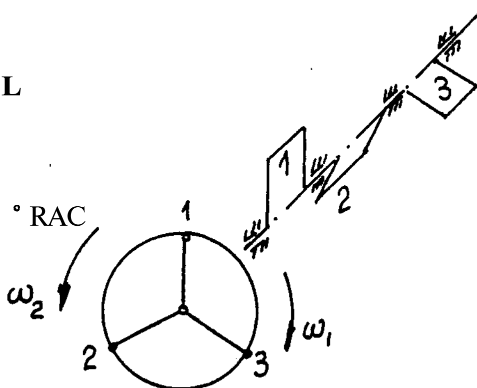
$\theta'_A = 90\ ° RAC$

$\theta_A = 630\ ° RAC$

8.7.3. Motor cu 3 cilindri

8.7.3.1. Motor în 2 T

8.7.3.1.1. **Dispoziția cilindrilor în L**



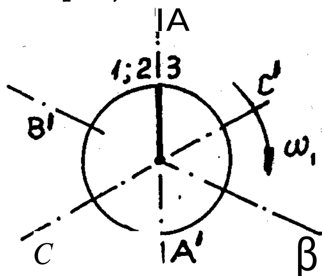
$\varphi_c = 360\ ° RAC$

$\theta_A = \frac{\varphi_c}{3} = 120\ ° RAC$; $\theta_m = \frac{360}{3}\ 120\ ° RAC$

ω_1 - ordinea (1 - 2 - 3)

ω_2 - ordinea (1 - 3 - 2)

8.7.3.1.2. Dispoziția cilindrilor în STEA



$\varphi_c = 360\ ^\circ\text{RAC}$;

$\theta_A = \frac{360}{3} = 120\ ^\circ$

ω_1 \ ordinea (1 – 2 – 3)

8.7.3.2. Motor în 4T

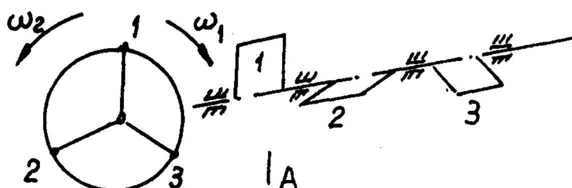
8.7.3.2.1. **Dispoziția cilindrilor în L**

$\varphi_c = 720\ ^\circ\text{RAC}$

$\theta_A = \frac{720}{3} = 240\ ^\circ\text{RAC}$

ω_1 | ordinea (1 – 3 – 2)

ω_2 | ordinea (1-2-3)

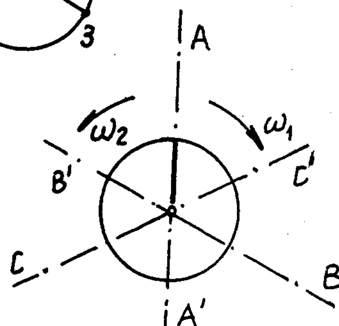


8.7.3.2.2. Dispoziția cilindrilor în STEA

A | 1 ω_1 \ ordinea (1-3-2)

B | 2 ω_2 | ordinea (1-2-3)

C | 3



8.7.4. Motor cu 4 cilindri

8.7.4.1. Motor în 2T

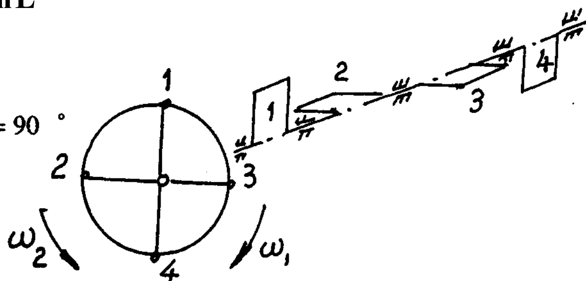
8.7.4.1.2. Dispoziția cilindrilor în L

$\varphi_c = 360\ ^\circ\text{RAC}$

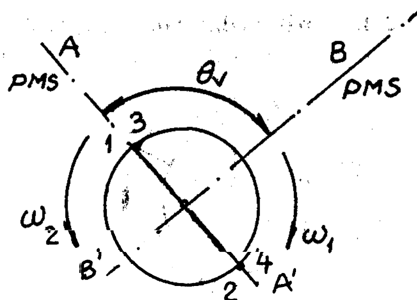
$\theta_A = \frac{360}{4} = 90\ ^\circ\text{RAC}$; $\theta_M = \frac{360}{4} = 90\ ^\circ$

ω_1 | ordinea (1-2-4-3)

ω_2 | ordinea (1-3-4-2)



8.7.4.1.2. Dispoziția cilindrilor în V

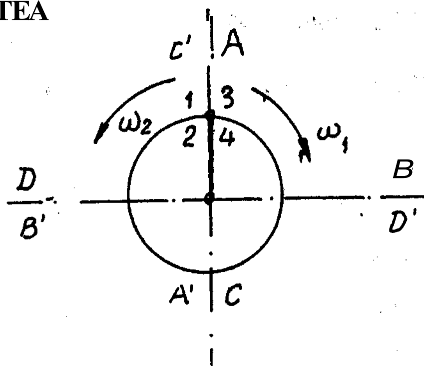


$\theta_m = 90\ ^\circ$; $\theta'_m = 270\ ^\circ$

ω_1 | ordinea (1-3-2-4)

ω_2 \ ordinea (1-4-2-3)

8.7.4.1.3. Dispoziția cilindrilor în STEA



ω_1 \ ordinea (1-2-3-4)

ω_2 | ordinea (1-4-3-2)

8.3.4.2. Motor în 4T

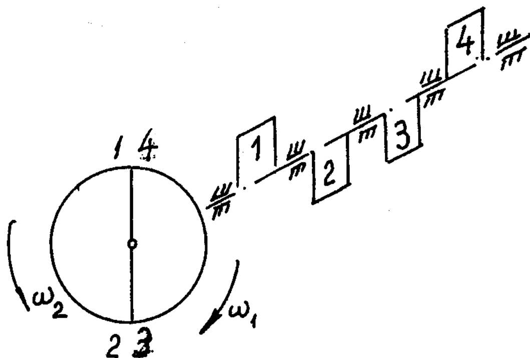
8.3.4.2.1. Dispoziția cilindrilor în L

$\varphi_c = 720\ ^\circ$ RAC; $\theta_m = \frac{720}{4} = 180\ ^\circ$

$\varphi_c = 720\ ^\circ$ RAC; $\theta_m = \frac{72}{4} = 180\ ^\circ$

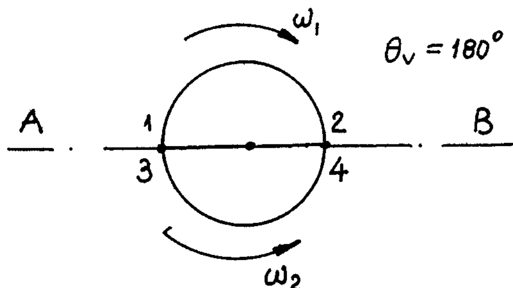
w1 | 1 < 3 - 4 - 2 / 2 - 4 - 3 > 1

w2 | 1 < 3 - 4 - 2 / 2 - 4 - 3 > 1



8.7.4.2.2. Dispoziția în V

A	B
1 (3)	2 (4)
2 (4)	1 (3)
1 (3)	2 (4)
2 (4)	1 (3)

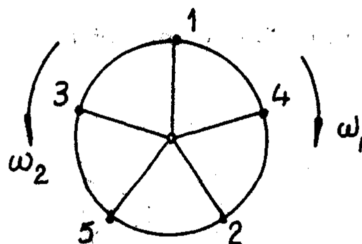


1 < 3 - 4 - 2 / 2 - 4 - 3 > 1

8.7.5. Motoare în 5 cilindri

8.7.5.1. Motor în 2T

8.7.5.1.1. Dispoziția cilindrilor în L



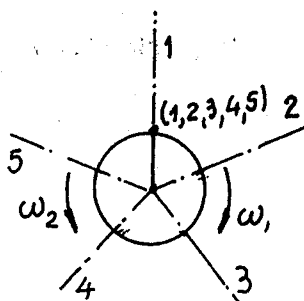
$\varphi_c = 360$ °RAC

$\theta_A = \frac{360}{5} = 72$ °RAC; $\theta_M = \frac{360}{5} = 72$ °

ω_1 | ordinea (1-3-5-2-4)

ω_2 | ordinea (1-4-2-5-3)

8.3.5.1.2. Distribuția cilindrilor în STEA



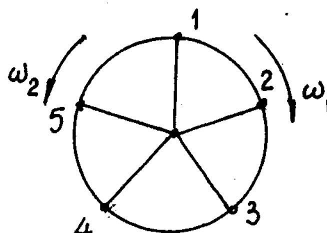
$w_{cil} = 72$ °

ω_1 | ordinea (1-2-3-4-5)

ω_2 | ordinea (1-5-4-3-2-1)

8.7.5.2. Motoare în 4T

8.7.5.2.1. Dispoziția cilindrilor în L



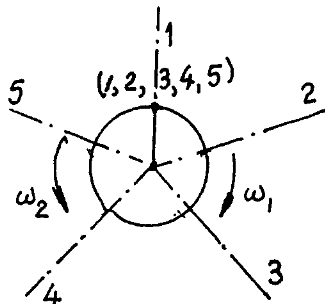
$\varphi_c = 720$ °RAC

$\theta_A = \frac{720}{5} = 144$ °RAC, $\theta_M = \frac{360}{5} = 72$ °

ω_1 | ordinea (1-4-2-5-3-1)

ω_2 | ordinea (1-3-5-2-4-1)

8.7.5.2.2. Dispoziția cilindrilor în STEA



$\theta_A = \frac{720}{5} = 144$ °RAC; $\theta_{M} = \frac{\quad}{5} = 72$ °

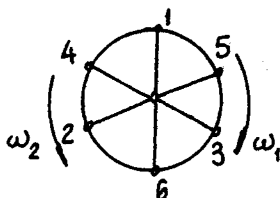
ω_1 | ordinea (1-3-5-2-4-1)

ω_2 | ordinea (1-4-2-5-3)

8.7.6. Motor cu 6 cilindri

8.7.6.1. Motor în 2T

8.7.6.1.1. Dispoziția cilindrilor în L



$\varphi_c = 360$ ° RAC

$\theta_A = \frac{360}{6} = 60$ ° RAC; $\theta_M = \frac{360}{6} = 60$ °

ω_1 | ordinea (1-4-2-6-3-5-1)

ω_2 | ordinea (1-5-3-6-2-4-1)

8.7.6.1.2. Dispoziția cilindrilor în V

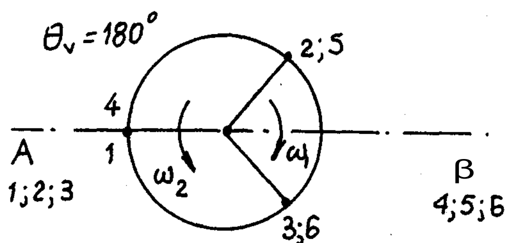
$\varphi_c = 360$ ° RAC

$\theta_A = \frac{360}{6} = 60$ ° RAC;

$\theta_M = \frac{360}{3} = 120$ °; $\theta_{cil} = 180°$

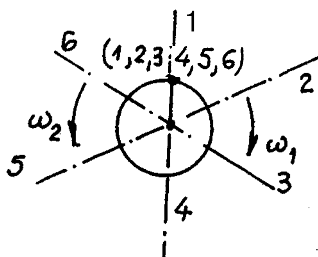
ω_1 | ordinea (1-5-3-4-2-6)

ω_2 | ordinea (1-6-2-4-3-5-1)



A	B
1(4)	
	2(5)
3(6)	
	1(4)
2(5)	
	3(6)

8.7.6.1.3. Dispoziția cilindrilor în STEA



$\varphi_c = 360$ ° RAC

$\theta_A = \frac{360}{6} = 60$ ° RAC;

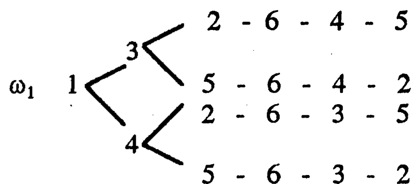
$\theta_{cil} = \frac{360}{6} = 60°$

8.7.6,2. Motor în 4T

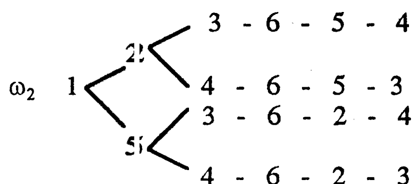
8.7.6.2.1. Dispoziția cilindrilor ta L

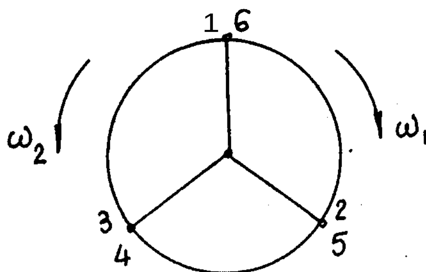
φ_c 720 ° RAC

$\theta_A = \frac{720}{6} = 120$ °RAC; $\theta_M = \frac{360}{3} = 120$ °



ω_1 | ordinea (1-4-2-6-3-5)



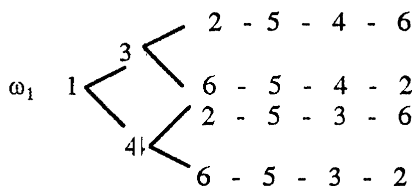


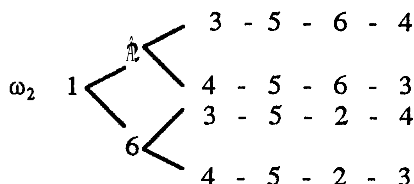
ω_2 | ordinea (1-5-3-6-2-4)

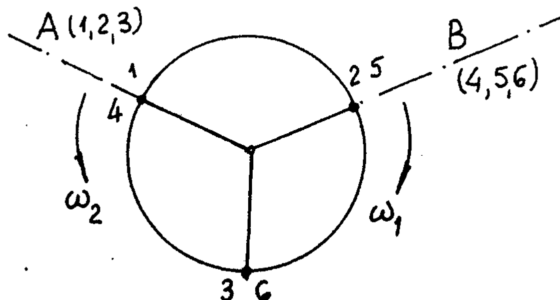
8.7.6.2.2. Dispoziția cilindrilor ta V

$\varphi_c = 720$ ° RAC

$\theta_A = \frac{720}{6} = 120$ ° RAC; $\theta_V = \frac{360}{3} = 120$ °

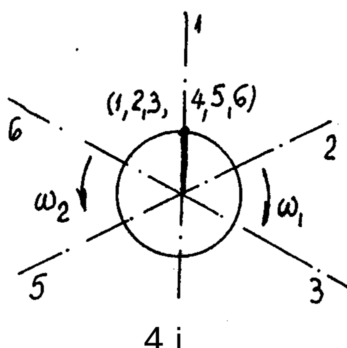






A	B	A	B
1(4)	2(5)	3(6)	1(4)
3(6)	1(4)	**2(5)**	3(6)
2(5)	3(6)	1(4)	2(5)
1(4)	2(5)		

8.7.6.2.3. **Dispoziția cilindrilor în STEA**



$\varphi_c = 720$ ° RAC

$\theta_A = \frac{720}{6} = 120$ ° RAC; $\theta_{cil} = \frac{360}{6} = 60$ °

ω_1	1	3	5	2	4	6	1
	120°	120°	**180°**	120°	120°	60°	

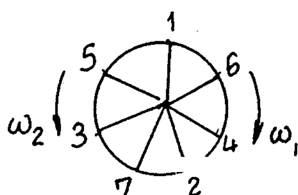
ω_2	1	3	5	2	4	6	1
	120°	120°	180°	120°	120°	60°	

Aprinderile nu sunt uniform repartizate.

8.7.7. Motor cu 7 cilindri

8.7.7.1. Motor în 2T

8.7.7.1.1. **Dispoziția cilindrilor în L**



$\varphi_c = 360$ ° RAC

$\theta_A = \frac{360}{7} = 51,43$ ° RAC; tfeα $\frac{360}{7}$ 51,43 °

ω_1 | ordinea (1-5-3-7-2-4-6)

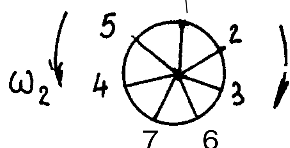
ω_2 | ordinea (1-6-4-2-7-3-5)

8.7.7.1.2. **Dispoziția cilindrilor în STEA**

ω_1 | ordinea (1–2–3–4–5–6–7)

8.7.7.2. Motor în 4T

8.7.7.2.1. **Dispoziția cilindrilor în L**

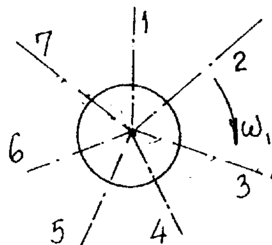


$\varphi_c = 720$ ° RAC;

$\theta_A = \frac{720}{7} = 102,86$ • RAC; $\theta_{cil} = \frac{360}{7} = 51,43$ °

ω_1 | ordinea (1 – 4 – 6 - 2 – 5 - 7 - 3 - 1)

ω_2 | ordinea (1-3-7-5-2-6-4-1)



8.7.7.2.2. **Dispoziția cilindrilor în STEA**

ω_1 | ordinea (1 – 4 – 6 – 2 – 5 – 7 – 3 – 1)

8.7.8.Motor în 8 cilindri

8.7.8.1. Motor în 2T

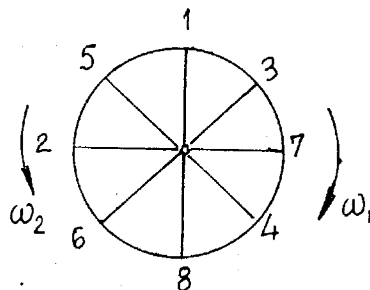
8.7.8.1.1. Dispoziția cilindrilor în L

$\varphi_c = 360\ ^\circ RAC;\ \theta_A = \frac{\omega}{8};$

$\theta_A = \frac{360}{8} = 45\ ^\circ\ RAC;\ \theta_M = \frac{360}{8} = 45\ ^\circ$

ω_1 | ordinea (1 – 5 – 2 – 6 – 8 – 4 - 7 – 3 – 1)

ω_2 | ordinea (1 – 3 – 7 – 4 – 8 – 6 – 2 – 5 – 1)



8.7.8.1.2. **Dispoziție în V**

$\varphi_c = 360\ ^\circ RAC;$

$\theta_A = \frac{360}{8} = 45\ ^\circ RAC;\ \theta_{cil} = \frac{360}{8} = 45\ ^\circ$

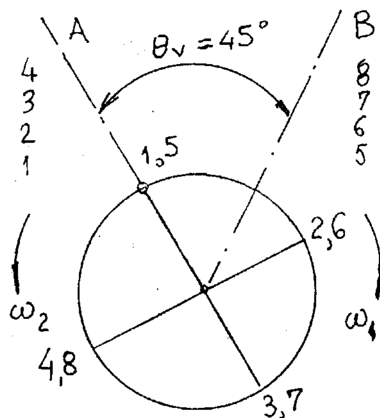
ω_1 | ordinca (1 – 5 – 4 – 8 – 3 – 7 – 2 – 6 – 1)

ω_2 | ordinea (1-6-2-7-3-8-4-5-1)

A	B	A	B
1(5)	-	-	3(7)
-	1(5)	2(6)	-
4(8)	-	-	2(6)
3(7)	4(8)	1(5)	-

ω_1 | ordinea (1 – 6 – 4 – 5 – 3 – 8 – 2 – 7 – 1)

ω_2 | ordinea (1 – 7 – 2 – 8 – 3 – 5 – 4 – 6 – 1)

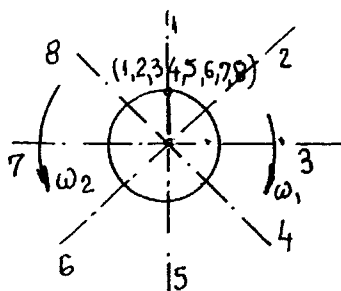


A	B	A	B
1(5)	-	-	4(8)
-	2(6)	2(6)	-
4(8)	-	-	3(7)
-	1(5)	1(5)	-
3(7)	-		

8.7.8.1.3. Dispoziția cilindrilor în STEA

ω_1 | ordinea (1-2-3-4-5-6-7-8-1)

ω_2 | ordinea (1-8-7-6-5-4-3-2-1)

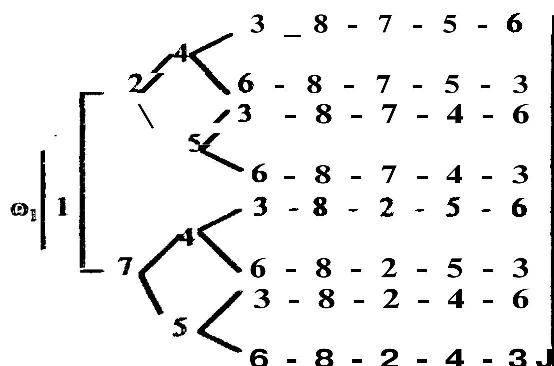


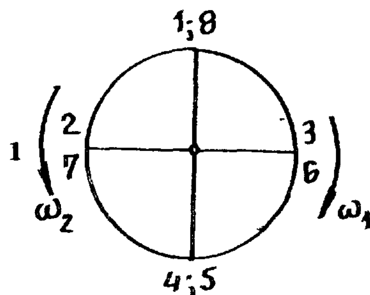
8.7.8.2. Motor 4T

8.7.8.2.1. Dispoziția cilindrilor în L

$\varphi_c = 720\ ^\circ RAC;\ \theta_A = \frac{360}{4} = 90\ ^\circ RAC;$

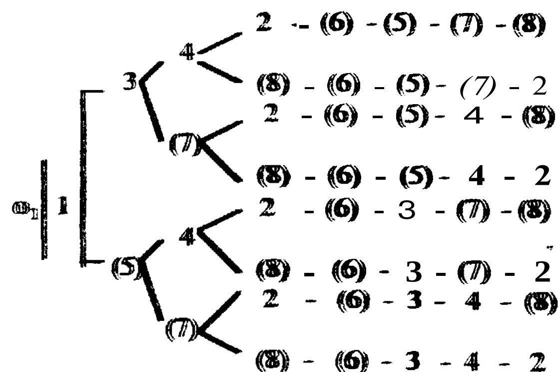
$\theta M = \frac{360}{4} = 90\ ^\circ$

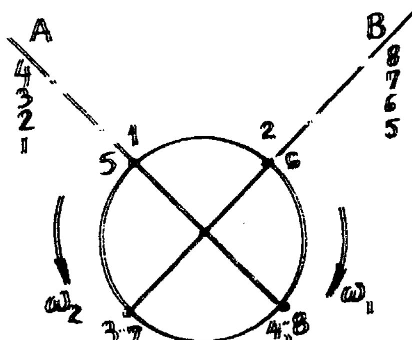




8.7.8.2.2. Dispoziția cilindrilor în V

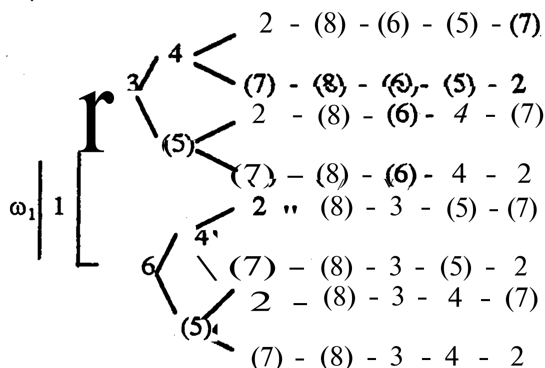
$\theta_V = \theta_A;\quad 90^\circ;\ 180^\circ$

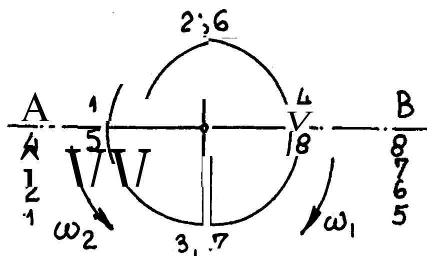




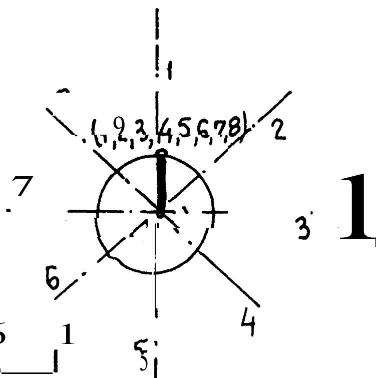
A	B	A	B
1(5)	2(6)	3(7)	1(5)
3(7)	1(5)	4(8)	3(7)
4(8)	3(7)	2(6)	4(8)
2(6)	4(8)	1(5)	2(6)
1(5)	2(6)		

$\theta_V = 180°$



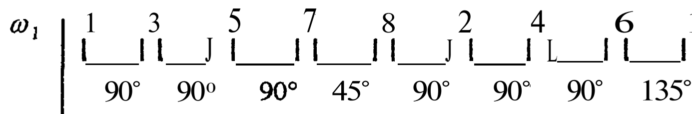


A	B	A	B
1(5)	4(8)	3(7)	2(6)
3(7)	2(6)	4(8)	1(5)
4(8)	1(5)	2(6)	3(7)
2(6)	3(7)	1(5)	4(8)
1(5)	4(8)		



8.7.8.2.3. Dispoziția cilindrilor în STEA

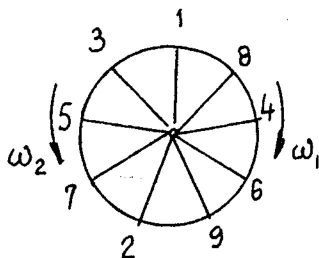
Aprinderile nu sunt **uniform** repartizate



8.7.9. Motor cu 9 cilindri

8.7.9.1. Motor în 2T

8.7.9.1.1. Dispoziția cilindrilor în L



$\varphi_c = 360\ ^\circ\text{RAC};\ \theta_A\ \frac{360}{9};$

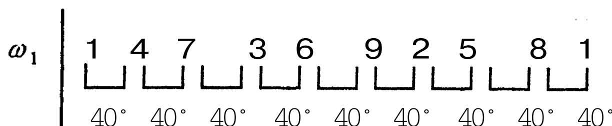
$\theta_A = \frac{360}{9} = 40\ ^\circ\text{RAC};$

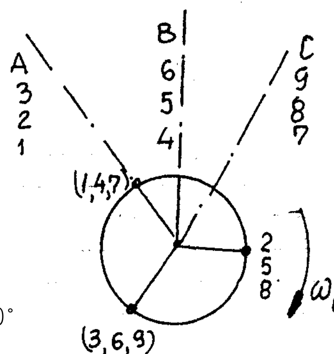
ω_1 | ordinea (1–3–5–7–2–9–6–4–8)

fi>$_2$ | ordinea (1-8-4-6-9-2-7-5-3)

8.7.9.1.2. Dispoziția cilindrilor în W

A	B	C
3	6	9
2	5	8
1	4	7



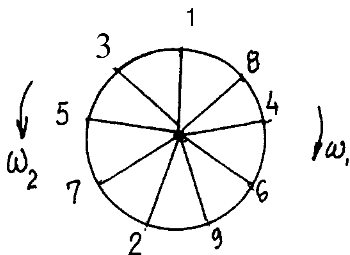


8.7.9.1.3. Dispoziția cilindrilor în STEA

ω_1 \ ordinea (1-2-3-4-5-6-7-8-9)

8.7.9.2. Motoare în 4T

8.7.9.2.1. Dispoziția cilindrilor în L



$\varphi_c = 720\ ^\circ\text{RAC};\ \theta_A = \frac{720}{9} = 80^\circ;$

$\theta_M = \frac{360}{9} = 40\ ^\circ\text{RAC};$

ω_1 \ ordinea (1–5–2–6–8–3–7–9–4–1)

ω_2 | ordinea (1-4-9-7-3-8-6-2-5-1)

8.7.10. Motor cu 10 cilindri

8.7.10.1. Motor în 2T

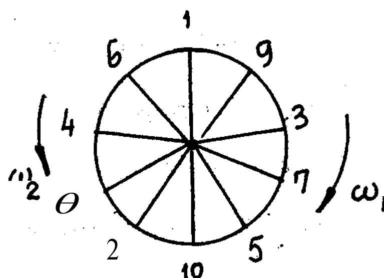
8.7.10.1.1. Dispoziția cilindrilor în L

$\varphi_c = 360\ ^\circ RAC;\ \theta_A = \frac{360}{10}\ 36^\circ;$

$\theta_M = \frac{360}{10} = 36\ ^\circ RAC;$

ω_1 | ordinea (1-6-4-8-2-10-5-7-3-9)

ω_2 | ordinea (1-9-3-7-5-10-2-8-4-6)



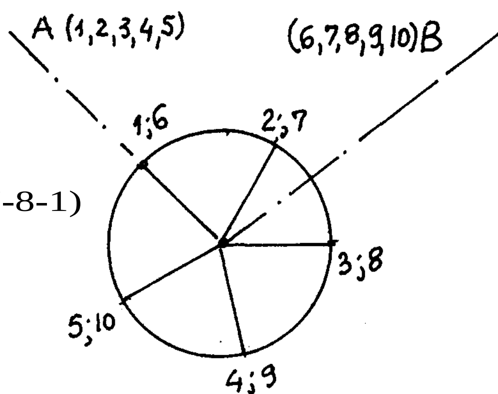
8.7.10.1.2. Motor în V

$\varphi_c = 360\ ^\circ RAC;\ \theta_A = \frac{360}{10} = 36^\circ;$

$\theta_M = \frac{360}{5} = 72\ ^\circ RAC;$

$\theta_V = 3 \cdot 36 = 108^\circ$

ω_1 | ordinea (1-7-5-6-4-10-3-9-7-8-1)

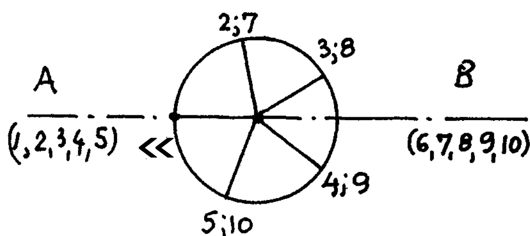


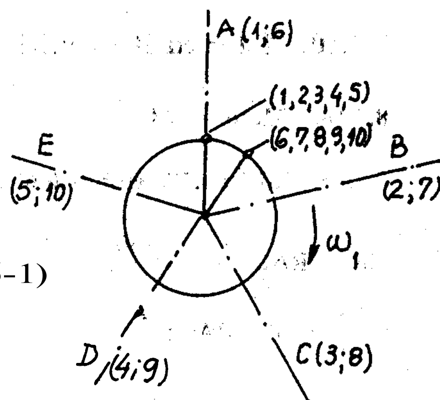
A	B	A	B
1(6)	-	3(8)	-
-	2(7)	-	4(9)
5(10)	-	2(7)	-
-	1(6)	-	3(8)
4(9)	-	1(6)	-
-	5(10)		

8.7.10.1.3. Motor în V

$\theta_{AB} = 5 \cdot 36 = 180^\circ$

A	B	A	B
1(6)	-	3(8)	-
-	3(8)	-	5(10)
5(10)	-	2(7)	-
-	2(7)	-	4(9)
4(9)	-	1(6)	-
-	1(6)		





8.7.10.1.4. Dispoziția cilindrilor în STEA

5 cilindri pe stea - 2 stele

$\varphi_c = 360$ °RAC; $\theta_A = \frac{360}{10} = 36°$;

ω_1 | ordinea (1-7-2-8-3-9-4-10-5-6-1)

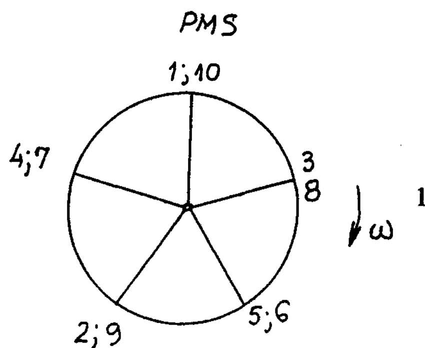
Observație
Decalarea manivelelor este de 36 °

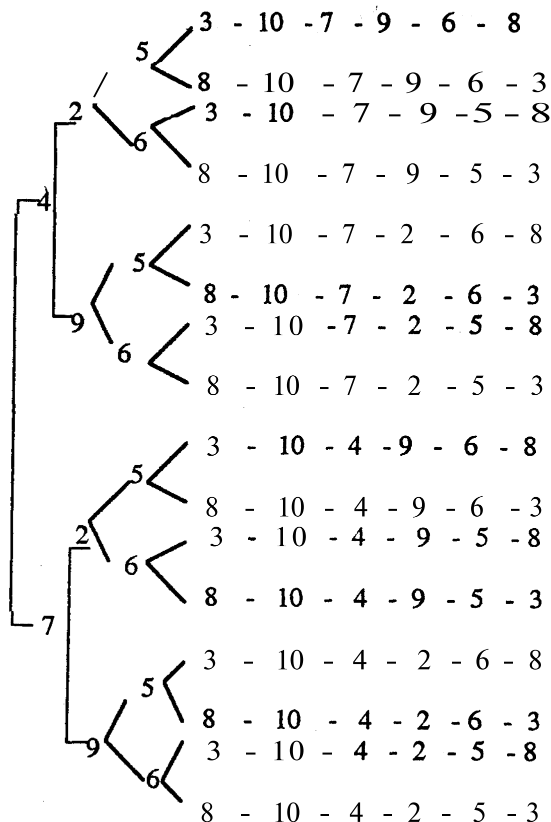
8.7.10.2. Motor în 4T

8.7.10.2.1. Dispoziția cilindrilor în L

$\varphi_c = 360$ °RAC; $\theta_A = \frac{360}{10} = 36°$;

$\theta_M = \frac{360}{5} = 72$ °RAC;





8.8. Controlul funcţionării motoarelor diesel pe baza diagramelor

8.8.1. Indicatorul de ridicat diagrame

în funcţionarea unui motor pot apărea numeroase deficienţe care nu pot fi diagnosticate la prima vedere şi mai ales fără o prealabilă experienţă în exploatarea motoarelor.

Necesitatea cunoaşterii acestor defecţiuni din timp, la motoarele navale, este determinată de condiţiile în care ele lucrează şi de perioada de timp cât funcţionează între două opriri sau revizii.

De cele mai multe ori, când motorul nu are aparate de citire a puterii, cel ce exploatează **motorul** şi urmăreşte buna funcţionare a acestuia trebuie să se folosească de diagrama indicată. Cu toate acestea o diagramă indicată nu poate furniza întotdeauna şi în mod corect defecţiunile unui motor, mai ales în condiţiile unor defecţiuni întâlnite fie la instalaţia de lansare a motorului fie chiar datorită propriilor defecţiuni ale aparatului de ridicat diagrame.

Diagramele indicate se ridică pentru fiecare cilindru motor, la intervale bine stabilite de timp sau de câte ori necesitatea funcţionării şi exploatării raţionale a unui motor o impune. După felul cum a fost ridicată diagrama şi forma ei generală se disting o serie de defecţiuni:

- defecţiuni ale indicatorului;
- folosirea incorectă sau în mod necorespunzător a **resoartelor** indicatorului;
- modul incorect de utilizare al **indicatorului;**
- defecţiuni ale mecanismului de distribuţie;
- defecţiuni ale sistemului de injecţie a combustibilului;
- defecţiuni de ardere;
- defecţiuni în sistemul de etanşare a camerei de ardere (**piston, chiulasă**, cilindru);
- scăpări de aer şi gaze.

Utilizarea acestor diagrame la bordul navelor are un rol bine definit cu ocazia verificării curente a funcţionării sistemelor principale ale motorului. Domeniul de utilizare al aparatului de ridicat diagrame se concretizează în posibilitatea de a urmări mai multe aspecte relevante în funcţionarea şi exploatarea unui motor.

Astfel cu aparatul indicator se pot ridica:

- diagrama presiunii finale de compresie;
- diagrama presiunii maxime de ardere;
- diagrama de compresie;
- diagrama indicată sau de lucru (p - S);
- diagrama **desfăşurată** (decalată) sau de ardere;
- diagrama ridicată cu arc de flexibilitate **mare.**

8.8.2. Descrierea aparatului

Aparatele utilizate pentru ridicarea diagramelor indicate se pot clasifica fie **după** principiul de construcție fie după mărimea lor care este funcție de **turația** motoarelor pentru care se folosesc.

După principiul de construcție, indicatoarele **se** împart în:
- indicatoare mecanice;
- indicatoare electrice.

Primele se folosesc de obicei la bordul navelor, deoarece se montează ușor, însă nu sunt atât de precise. Trebuie precizat că, chiar cu un aparat bun , în diagramă se pot introduce o serie din **imperfecțiunile** specifice mai înainte. Indicatoarele electrice sunt în general utilizate numai la bancurile de probă, răspunzând unor condiții greu de realizat la bord; ele prezintă în schimb, o precizie mărită.

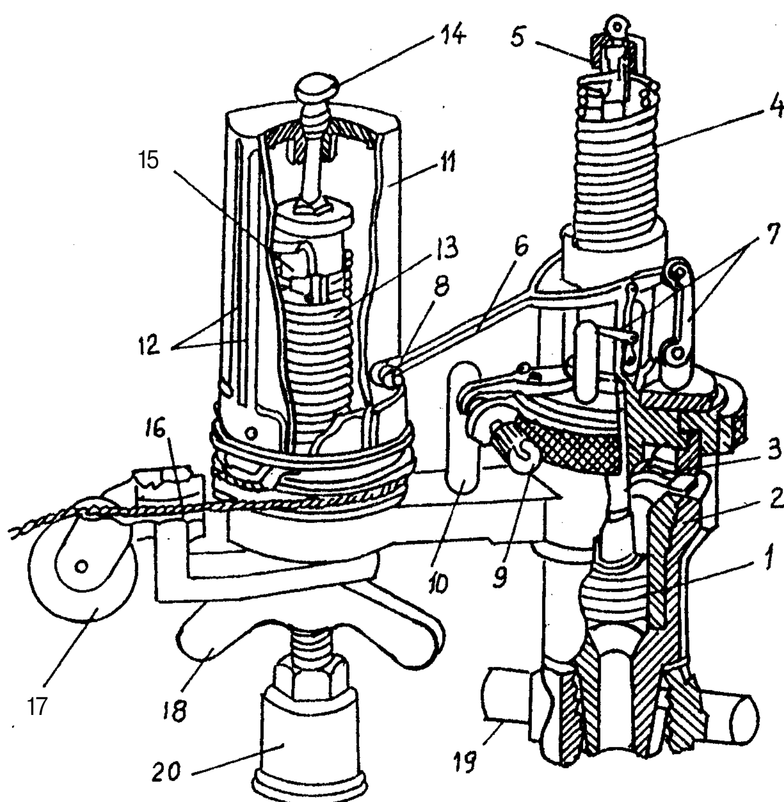


Fig.8.16. Aparat indicator

1 - pistonul; *2* - cilindrul; *3* - tija pistonului; *4* - resortul **indicatorului;** *5* - **piulița** de tensionare a resortului; *6* - brațul înregistrator, *7* - articulațiile brațului; *8* - arc înregistrator; *9*- șurubul de reglare a apăsării acului înregistrator, *10*- **limitatorul** șurubului de reglaj; *11* • tamburul indicatorului; *12* - **rigle metalice** pentru **fixarea** hârtiei înregistratoare; *13* - resort de readucere a tamburului; *14* - piulița de fixare a tamburului; *15* - sistem de tensionare a resortului de reducere; *16* - șnur de antrenare al tamburului; *17* - rolă de conducere a șnurului; *18* - fluture pentru fixarea suportului rolei; *19* - racord de fixare a indicatorului suportului rolei; ***20***- racord de fixare a indicatorului la **purja** cilindrului.

După turaţia motorului la care se folosesc **pentru** control, indicatoarele se **construiesc** în mai multe **mărimi:**

- mărimea .. I-a cu înălţimea de scris de 50 mm, pentru motoare cu n = **150 ÷** 200 **rot/min;**
- mărimea a -a cu înălţimea de scris de 40 **mm,** pentru **motoare** cu n = **200÷300 rot/min;**
- mărimea a III -a cu înălţimea de scris de 30 mm, pentru motoare cu n **300 ÷** 600 **rot/** min.

Peste n = 600 **rot/min,** se va folosi un indicator cu arc etalon.

Părţile componente ale unui indicator, indiferent de mărimea **acestuia,** sunt prezentate în **fig. 8.16.Indicatorul** trebuie să lucreze **uşor,** astfel încât **pistonaşul** să nu **fie** împiedicat în efectuarea cursei sale şi să culiseze uşor în cilindru. Pentru a verifica cele enunţate este suficient ca pistonul să fie ridicat către **PMI** şi **datorită** greutăţii proprii să alunece uşor şi cursiv către **PME,** fără a întâmpina rezistenţă. Jocul dintre piston şi cilindru trebuie să fie foarte mic, în caz contrar **s-ar** produce scăpări de gaze ce ar genera erori.

8.8.3. Alegerea corectă a elementelor aparatului indicator

în funcţie de turaţia motorului se va folosi aparatul indicator specific, împreună cu tabelul din trusă corespunzător fiecărui **aparat.Tabelul** 8.3 corespunde aparatului indicator tip 50 ce poate fi folosit la motoare până la 500 rot / min. Alegerea resortului este o operaţie preliminară ridicării diagramelor. Resortul se alege în funcţie de presiunea maximă din cilindru, P_z şi mărimea pistonului M_p. Mărimea pistonului Mp se referă la aria corespunzătoare pistonului ales.

Tabelul8.3. Alegerea elementelor componente ale aparatului **indicator,** tip 50

Mărimea pistonaşului 1/1 φ=20,27mm	30· 0,5	25 1	16 2	10 4	7 6	6 8	mm/at pres.max.
Mărimea pistonaşului Vi φ = 14,35 mm	15 1	12,5 2	8 4	5 8	3,5 12	3 16	mm/at pres.max.
Mărimea **pistonaşului** 1/5 φ 9,06 mm	6 2,5	5 5	3,2 10	2 20	1,4 30	1,2 40	mm/at pres.max.
Mărimea pistonaşului 1/10 φ = 6,41 mm	3 5	2,5 10	1,6 20	1 40	0,7 60	0,6 80	mm/at pres.max.
Mărimea pistonaşului 1/1 φ= 20,27 mm	5 10	4 12	3 16	2,5 20	2 25	1,5 30	mm/at pres.max.
Mărimea pistonaşului ½ φ = 14,35 mm	2,5 20	2 24	1,5 32	1,25 40	1 50	0,75 60	mm/at pres.max.
Mărimea pistonaşului 1/5 φ = 9,06 mm	1 50	0,8 60	0,6 80	0,5 100	0,4 125	0,3 150	mm/at pres.max.
Mărimea pistonaşului 1/10 φ = 6,41 mm	0,5 100	0,4 120	0,3 160	0,25 200	0,2 250	0,15 300	mm/at pres.max.

Observaţii 1. Cifrele din primul **rând,** cu caractere subliniate, exprimă numărul resortului, iar pentru pistonaşul cu mărimea 1/1 exprimă şi scara resortului.

2. **Cifrele** din rândurile 2,4,6,8 exprimă valoarea presiunii maxime din cilindru motor, care se măsoară cu acest montaj (**pistonaş** şi resort)

3. Cifrele din rândurile 3,5,7 exprima scara arcului pentru pistonaşele alese **corespunzătoare** arcurilor.

Dacă de exemplu **presiunea,** maximă din cilindru este de 50 **daN/cm²** se pot folosi **urmă-toarele** montaje:

a) pistonul cu φ 14,35 mm, adică mărimea ½ și resortul 1,5;

b) pistonașul cu φ 9,06 **mm,** adică mărimea 1/5 și resortul 4.

Rezultatele măsurătorilor obținute în unități de lungime, date în mm, pot fi convertite în unități de presiune, date în **daN/cm² dacă,** se vor folosi rigle diferite din trusa aparatului.

Pentru primul caz se va folosi rigla **0,75,iar** pentru cazul al doilea se va folosi rigla 0,8. în cazul când nu există decât o singură riglă **universală,** rezultatele măsurătorilor vor fi convertite astfel:

valoarea în at ***mm*** *citiți / Mărimea pisîonașului* (M_p) • ***Numărul*** *resortului* (N_r)

Numitorul fracției reprezintă de fapt scara resortului, valoare care se poate lua direct **din** tabel.

Aparatul are prevăzut în trusa sa mai multe resorturi și, de obicei, un pistonaș și un cilindru de rezervă.

Pe fiecare resort sunt înscrise 3 **date:**

- scara arcului;
- încărcătura (**sarcina** - presiunea) maximă (**de** ardere);
- diametrul pistonului indicatorului.

Valoarea presiunilor din cilindru vor fi redate mai exact dacă pe aparatul indicator este montat pistonașul cu diametrul corespunzător (adecvat).

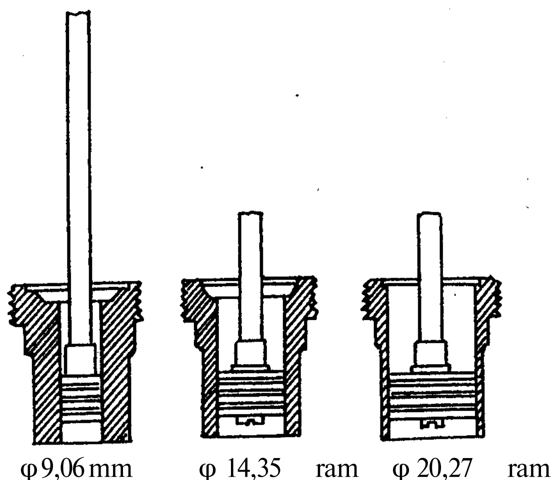


Fig. 8.17. **Pistonașele** uzuale folosite pe **aparatul** indicator

în mod curent se întâlnesc trei **diametre** ale pistonașelor, așa cum se poate vedea și în fig. **8.17;** ϕ_1 = 9,06 mm; ϕ_2 = 14,35 mm; ϕ_3 = 20,27 mm (**piston** de bază).

Raportul dintre aceste mărimi (suprafețe) ale **pistoanelor** sunt de : 1; **2; 5;** 5.

Spre exemplificare, suprafața pistonului, de 20,27 mm diametru, este mai mare de 5 ori decât suprafața pistonului cu diametrul de 9,06 mm și de 2,5 ori mai mare decât **supra-fața** pistonului cu diametrul de 14,35 mm. S-a prezentat această raportare pentru cazul când nu există posibilitatea utilizării resortului corespun-zător pistonului specificat în aparatul indicator.

Pentru acest caz scara resortului și presiunea maxim posibilă, vor fi recalculate la noul raport de suprafață. Un mod practic de alegere a resortului în cazul când va fi folosit pe aparat un piston, altul decât cel corespunzător, este redat în cele ce urmează.

Se presupune că pe aparat este un piston cu diametrul de 9,06 mm, iar **resortul** corespunzător lui fie lipsește, fie este rupt (**defect).)** Se utilizează un resort ce are marcat pe el următoarele indicații (caracteristici): scara resortului 1 at =0,5 **mm;** presiunea maximă p_m 60 atm, diametrul pistonului, d_p 14,35 mm.

Scara arcului și încărcătura maximă ar corespunde **dacă pe** aparatul indicator s-ar găsi montat pistonașul cu φ = 14,35 mm. Dar în cazul de față suprafața pistonului folosit (φ = 9,06 mm) este de 2,5 ori mai mică decât aceea a pistonului cu φ 14,35 mm.

Diametrul **pistonului** fiind altul iar suprafața **istonului** folosit pe aparat fiind de 2,5 ori mai mică
și puterea **transmisă** de piston **asupra** resortului va fi diminuată corespunzător. Resortul va **fi detensionat** sau tensionat mult mai slab. Acul indicator va **trasa** pe hârtia înregistratoare o diagramă **dincare** va rezulta o putere **de** 2,5 ori mai mică pentru cilindrul respectiv. Pentru a se respecta realitatea va trebui ca scara resortului să fie **modificată,** deoarece cursa pentru **presiunea** de 1 at nu va mai fi de 0,5 mm. Deci pentru noul resort cursa pentru presiunea de 1 **at va** fi:

0,5 **:** 2,5 0,2 mm, respectiv 1 at 0,2 mm.

Valoarea încărcăturii maxime a resortului va crește proporțional:

60 at · 2,5 = 150 at.

Ca regulă **generală,** dacă pistonul montat în **aparatul** indicator este mai mic **decât** cel indicat pe resort constanta resortului se micșorează **corespunzător** în raport cu suprafața pistonului, iar presiunea maximă va spori în același raport; în cazul pistonului montat pe aparatul indicator cu dimensiuni mai mari decât cele indicate pe **resort,** situația este inversă în comparație cu cea anterioară.

8.8.4. Funcționarea aparatului de ridicat diagrame

Din fig. 8.16, în care este prezentat indicatorul mecanic, se **poate** observa că atunci **când** pistonul *l* se deplasează sub acțiunea gazelor din cilindru către P M I , este rotit și tamburul 77, iar acul înregistrator *8,* care este apăsat de către operator pe suprafața tamburului, va înscrie pe banda de hârtie curba presiunii gazelor în funcție de cursa pistonului. Se observă că pistonul 7, cu un diametru de obicei de 9,06 **mm,** se află în contact direct prin intermediul racordului 79 cu gazele din interiorul cilindrului; partea superioară a pistonului este în contact cu **presiunea** atmosferică. Pe tija *3,* se găsește montat resortul *4,* a cărui extremitate se introduce în locașul prevăzut special în tija *3*; resortul este asigurat pe tija *3,* cu ajutorul piuliței de tensionare 5. Prin sistemul de articulații *7,* este acționat brațul 6, la a cărui extremitate se află montat un ac înregistrator 8. Tamburul 77 execută la o scară redusă mișcarea de dute- vino a pistonului motor. Pe acest tambur se înfășoară un șnur **inextensibil** 76, care este petrecut de câteva ori în jurul tamburului, iar capătul liber al șnurului se leagă la un dispozitiv de reducere a cursei pistonului motor.

Mișcarea de rotație a tamburului pe timpul cursei de ridicare a pistonului motor este asigurată de acționarea **resortului** de reducere 73, care este răsucit în sens invers pe timpul cursei de coborâre.

8.8.5. Modalitățile de acționare a tamburului aparatului indicator

După cum se știe cursa cursa tamburului este dată de **unsistem** de acționare provenind de la piesele mobile ale motorului.

Lungimea diagramei obținute **reprezintă,** la o anumită scară, cursa pistonului motor. Un astfel de sistem de reducere a cursei pistonului motor, la mișcarea tamburului, este reprezentat în fig. 3.3. Șnurul inextensibil *16* **(fig.8.16.)** care se află înfășurat pe tambur se prinde la extremitatea sa de cârligul 7 ce este montat în capul pistonului 2. întregul mecanism de reducere a cursei este acționat prin intermediul flanșei 3, de la arborele de distribuțiealmotorului.

Pentru ridicarea corectă a diagramelor indicate, este necesar ca raportul **S/L** între cursa **pistonuluimotor** și lungimea bielei motoare) să fie același și pentru mecanismul de acționare al tamburului aparatului indicator.

în acest sens, **pistonașul** mecanismului de acționare (fig. **8.18)** se va așeza în poziție iden-

tică cu cea a pistonului **motor** de la cilindru **supus controlului.**
Corespondența pozițiilor celor două pistoane se realizează prin intermediul **dispozitivului** *4.*

Deoarece acest montaj este greu de **manevrat,** la navele moderne, acționarea tamburului se poate face în mai **multe** variante:

a) de la **pistonul** motor **prinintermediul** unui **sistem** de **articulații (fig. 8.19);**

b) direct de la arborele cotit (fig. 8.20); șnurul trecut prin rola *l* și ajunge la tamburul indicatorului; când **manetonul** 2 este în poziția P M **I ,** linia șnurului trebuie să treacă prin centrul arborelui;

c) prin intermediul unei pârghii sau tije oscilante **(fig.8.21);** în fig. 8.21, ***a,*** **știftul** 7, este plasat greșit deoarece linia 1- 2 trebuie să fie în unghi drept cu șnurul de acționare 3, al tamburului; tija ***4,*** trebuie să fie în poziție medie (ea fiind acționată de un organ mobil al motorului) când șnurul este în **poziție verticală.** în **fig.8.21,*b*** este reprezentat **un** alt sistem de acționare al tamburului: tija oscilantă *l* primește mișcarea de la un organ mobil al motorului

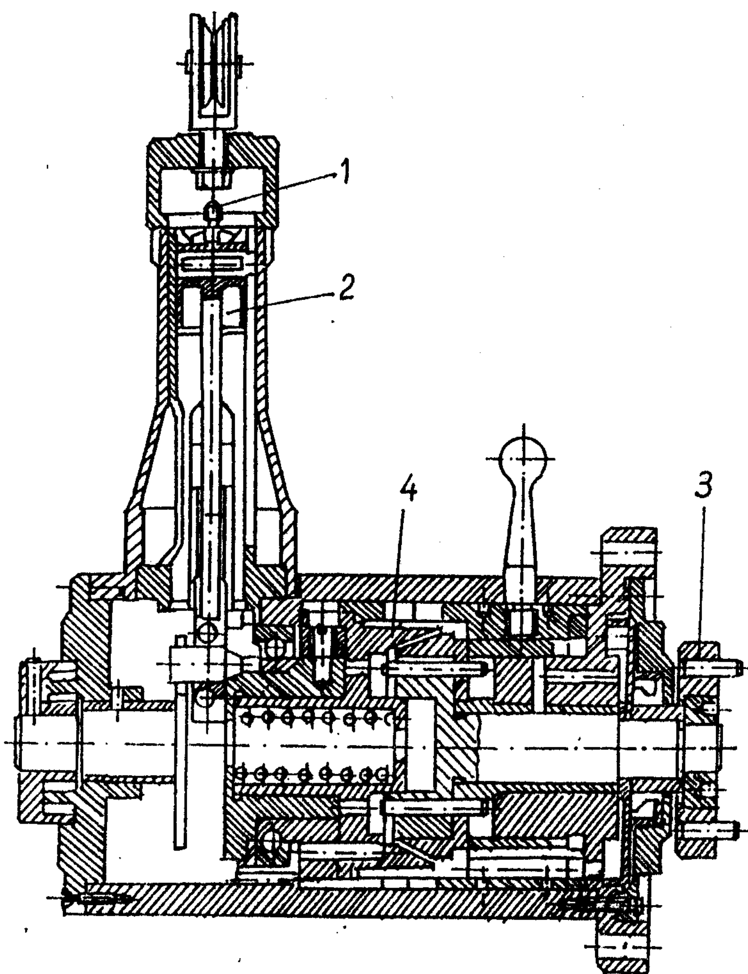


Fig. 8.18. Dispozitiv pentru reducerea cursei pistonului **motor**:
l - dispozitiv de acționare a sforii; *2* - pistonul dispozitivului; *3* - flanșă de cuplare a dispozitivului l arborele cotit; *4*- mecanism de transmitere a mișcării.

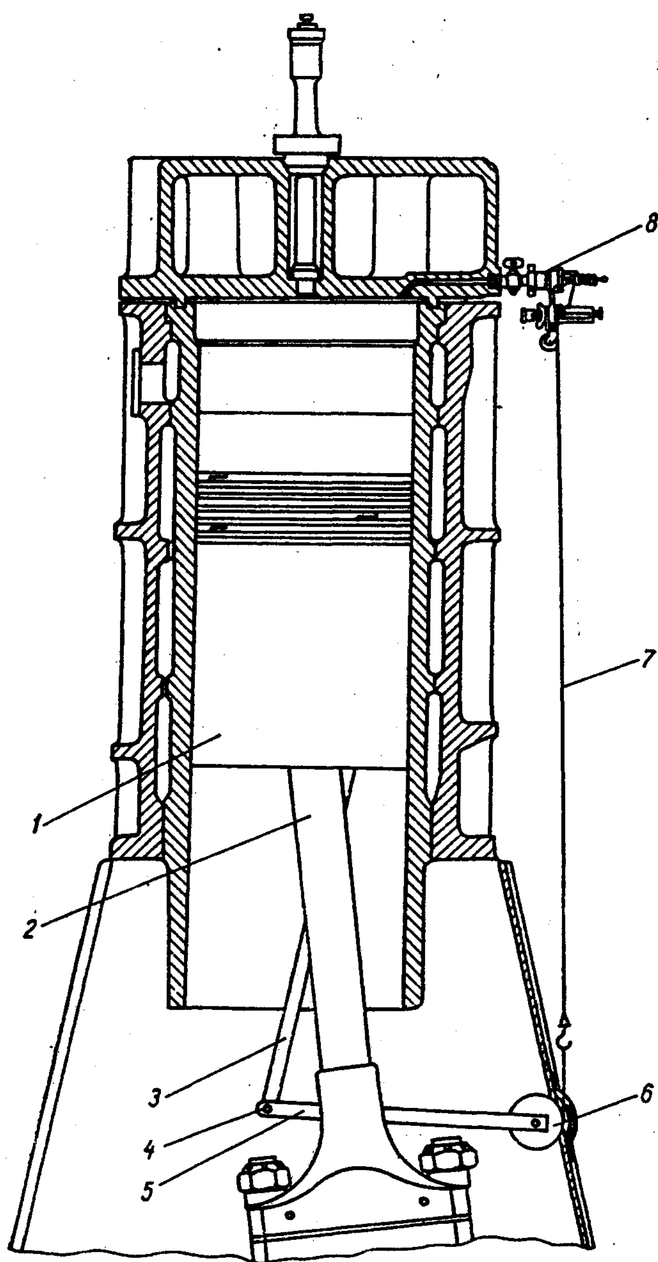


Fig. 8.19. Acționarea tamburului aparatului indicator, de la pistonul motor

1- Piston motor, *2* - bielă; 3 - **bieletă;** *4* - articulație; 5 - pârghie; *6*- rolă de ghidare; 7- **șnur;** *8*- aparat indicator.

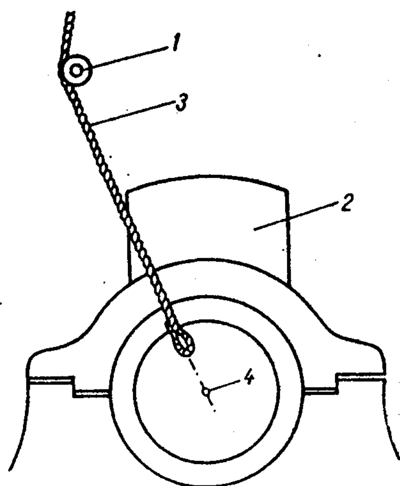


Fig. 8.20. Acționarea tamburului aparatului indicator de la arborele cotit
1 - rolă; 2 - maneton; *3* - șnur; *4* - centrul arborelui cotit.

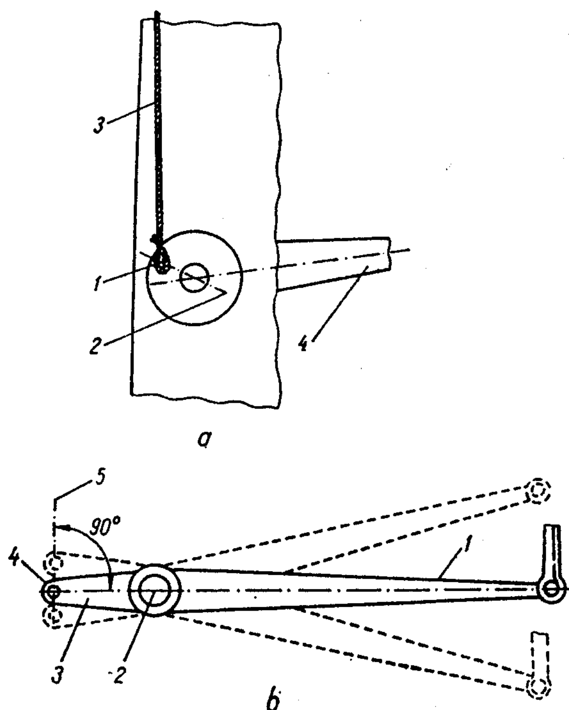


Fig.8.21.*a* - Acționarea tamburului prin tijă oscilantă
1 - știft; 2 - linia de prelungire a centrului axului; *3* - șnur; *4* - tija oscilantă.

Fig. 8.21,*b* - Acționarea tamburului prin pârghii oscilante
1 - tijă; 2 - articulație; *3* - pârghie; *4* - dispozitiv de prindere; 5 - șnur.

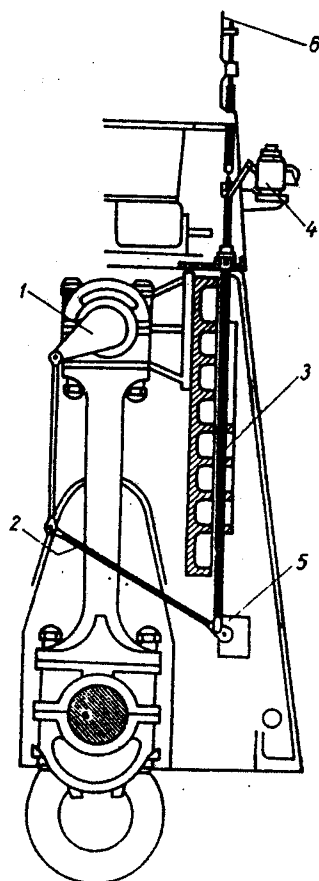


Fig. 8.22. Acționarea tamburului aparatului indicator de la capul
1 - capul de cruce; 2 - pârghie oscilantă; *3* - tijă; *4* - lubrificator; 5 - articulație; *6* - șnur.

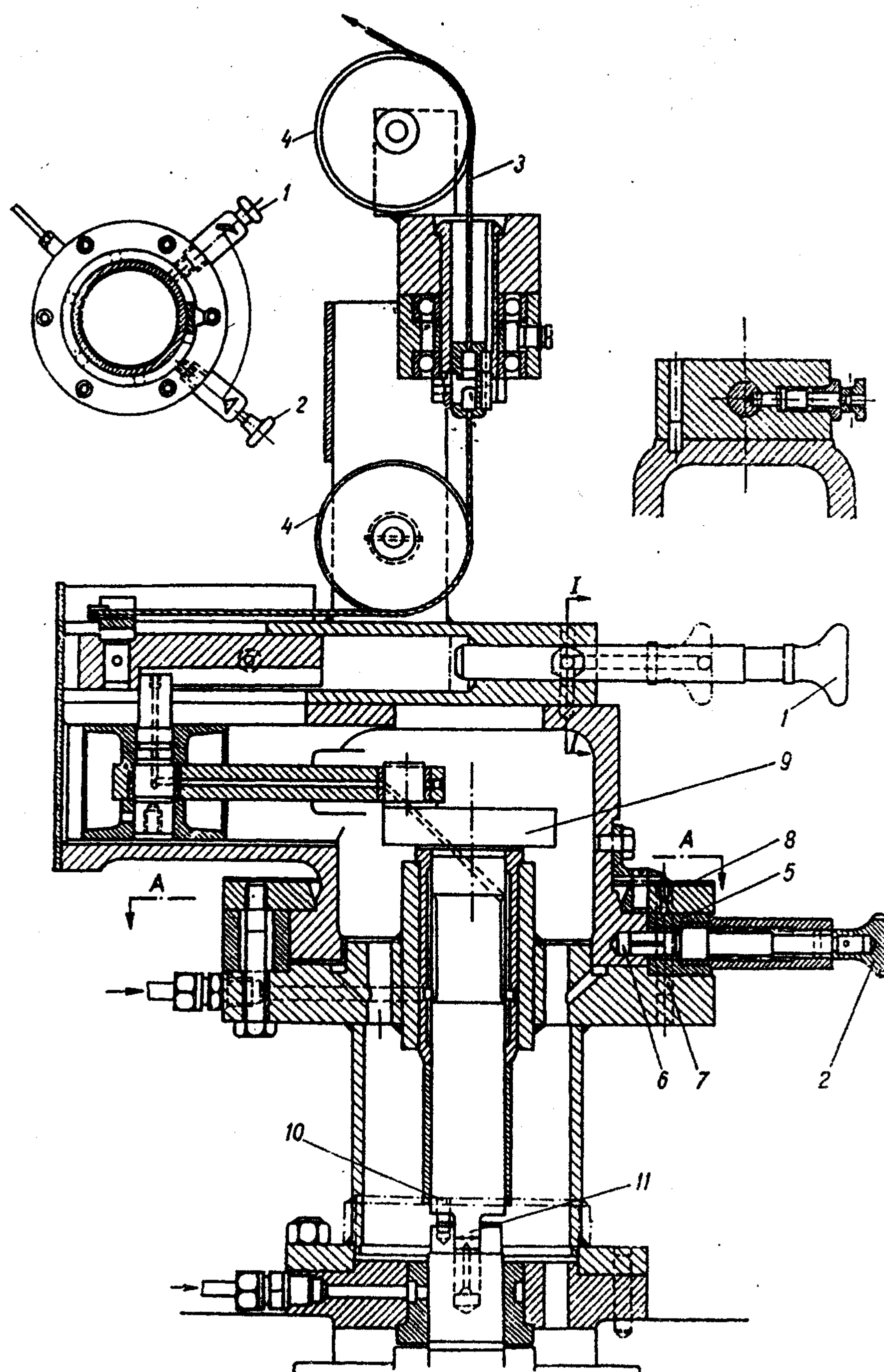


Fig. 8.23. Dispozitiv rotativ pentru ridicarea diagramelor indicate normale și decalate
1 - bolț de blocare pentru diagrame normale; 2 - bolț de blocare pentru diagrame decalate; *3* - cablu de sârmă pentru acționarea tamburului; *4* - role de sprijin; 5 - inel de reglare; *6* - orificii de blocare; 7 - bolț cilindric; *8* - placă de înscriere; 9 - manivelă; *10* - bolț; *U* - fantă de reglare.

și prin articulația 2, o transmite pârghiei *3*; la capătul acestei pârghii se află dispozitivul de prindere *4* al șnurului de acționare a tamburului. Pentru ca o diagramă să fie ridicată corect trebuie ca pârghia *3* și deci tija oscilantă *1*, să facă unghi drept cu șnurul care se prinde la dispozitivul *4;*
d) de la capul de cruce (**fig.8.22),** sistemul de acționare se bazează tot pe principiul unor pârghii și articulații; întreg sistemul este cuprins în interiorul carterului; tija de acționare *3*, are o mișcare rectilinie alternativă; ea primește această mișcare de la capul de cruce, 7, prin intermediul pârghiei oscilante 2; tija *3* acționează în permanență atât **lubrificatorul** *4* al cilindrului respectiv cât și șnurul tamburului care se leagă la articulația 5.

Deoarece sistemul funcționează în permanență, el se poate uza repede, ceea ce conduce la ridicarea unor diagrame cu defecțiuni.

O condiție a obținerii de diagrame corecte este și reglarea mișcării pistonului motor și a pistonașului indicator care trebuie să fie în fază.

Un dispozitiv mai complex pentru acționarea tamburului indicator, este reprezentat în fig. 8.23. El este montat pe motoarele tip **SULZER.** Cu ajutorul acestui dispozitiv se pot ridica atât diagramele normale (indicate) ca şi cele decalate (de ardere).

Dispozitivul are aspectul unui suport rotativ ce poate fi rotit în jurul propriului ax. Partea pivotantă a dispozitivului de acționare a tamburului este prevăzută cu două bolțuri de blocare care fac un unghi de manivelă de 82 °. Bolțul *1* este utilizat pentru a lua diagrame normale, iar celălalt, 2, pentru diagrame decalate. Cu o rotație de 82 ° a dispozitivului de acționare a tamburului, P M I al diagramei este adus în cazul diagramelor decalate, în mijlocul diagramei.

Diagramele obținute sunt corecte numai pentru funcționarea motorului înainte. Pentru funcționarea la mersul înapoi, toate diagramele vor fi deplasate în funcție de valoarea unghiului de inversare a sensului de marș.

Poziționarea cilindrilor și a ceior două bolțuri de blocare sunt înscrise pe partea pivotantă a dispozitivului.

Mișcarea alternativă a dispozitivului de acționare a tamburului se realizează cu ajutorul unui cablu de sârmă 3, ce trece pe deasupra chiulaselor și se sprijină pe rolele *4*.

Pentru eventualele erori sau uzuri ale sistemului de acționare verticală, inelul de reglare 5, care se montează pe bolțul de blocare, se poate regla în anumite limite.

8.8.6. Operațiuni preliminare ridicării diagramelor

Înainte de a. monta aparatul indicator pe cilindrul motor, se va deschide puțin robinetul de purjare pentru a se îndepărta murdăria (calamina) care s-ar afla pe el.

Robinetul indicatorului trebuie să fie tot timpul în stare perfectă de lucru, adică să fie etanș (să nu fie crăpat, fisurat) și neînfundat.

Purjele cilindrilor se vor curăți periodic pentru a nu se obtura canalul de comunicare dintre cilindrul motor și aparatul indicator.

Cu ocazia fiecărei puneri m funcțiune a aparatului indicator se va controla starea ansamblului pistonaș - cilindru; de câte ori este cazul se va gresa pistonașul cu un lubrifiant special din cutia aparatului indicator .

Șnurul nu trebuie să aibă deformații deoarece influențează asupra ridicării diagramei; de aceea el se va întinde bine și trebuie să se găsească (să culiseze) întotdeauna în canalul de pe circumferința rolelor;

Sistemul de schimbare a ridicării diagramelor de pe un cilindru pe altul trebuie să funcționeze corect, să nu se întâmpine nici o rezistentă în manevrarea sa.

După ce s-a procedat la un control riguros, se va avea în vedere, în **final,** verificarea aparatului și a întregului dispozitiv de ridicat diagrame.

Se va proceda în **felul** următor:

- aparatul indicator se montează la un cilindru;
- **se** demontează apoi resortul pentru ușurarea manevrei;
- motorul se învârtește cu ajutorul **virorului** la 60 °, înainte de **PMI** pentru cilindrul respectiv; poziția respectivă se marchează pe hârtia înregistratoare cu o linie verticală;
- se va roti apoi în același sens motorul până la **60°** după PMI; poziția se va **nota** din nou
pe hârtia **înregistratoare** cu o linie verticală.

Dacă dispozitivul de ridicat diagrame este bine fixat (**montat)** atunci cele două linii verticale (ce indică pozițiile de 60 ° înainte și după PMI) trebuie să se suprapună; în caz contrar dispozitivul trebuie reglat până când cele două verticale se suprapun.

La motoarele navale această operație nu poate fi executată întocmai, datorită **neexactității** unor piese sau a condițiilor de lucru ale motoarelor. Totuși trebuie notată acea **poziție** medie din care rezultă pentru toți cilindrii eroarea minimă. Toate **neexactitățile** în fixarea dispozitivului de ridicat diagrame dau **erori** privind presiunea medie din cilindru.

8.9. Ridicarea diagramelor și interpretarea lor

Procesul ridicării diagramei constă din conectarea aparatului la **purja** cilindrului respectiv, deschiderea **acestuia,** după care se apasă vârful înregistrator pe banda de hârtie înfășurată pe **ambur** căruia i se imprimă o mișcare de **rotație.** înainte de a trece la operațiunea ridicării diagramelor, mecanicul de cart va fixa un regim constant al turației motorului. Apoi, într-un caiet special va nota: data și ora ridicării diagramelor, motorul, **tipul,nr. cilindrului(lor),** încărcătura navei, forța și direcția vântului, temperatura de răcire a **pistoanelor,** temperatura de ieșire a gazelor evacuate pe cilindru, temperatura de **baleiaj,temperatura** de ieșire a gazelor evacuate pe cilindru, temperatura de ieșire a gazelor de evacuare prin colector, indexul combustibilului motorului, **indexulde** sarcină a motorului, temperatura gazelor de evacuare la **turbosuflante,** presiunea aerului în colectorul de **admisie,** numărul de rotații pe minut ale motorului, felul combustibilului, unghiul de avans pentru fiecare pompă de injecție, indexul de poziționare- debit combustibil la pompa de injecție.

Pentru a preveni apariția erorilor de înregistrare este recomandabil ca, pe durata ridicării diagramelor, regimul de funcționare al motorului să fie păstrat constant.

Valorile parametrilor se vor citi de preferință de pe aparatele amplasate direct pe motor și nu de pe cele amplasate în camera de comandă (unde **există).Când** aparatele de măsură nu prezintă siguranță se va utiliza (dacă există posibilitatea) un aparat etalon pentru toți cilindrii, evitând astfel eventualele erori introduse de aparatul de măsură.

Dacă timpul permite, pentru mai multă siguranță, se **vor** ridica câte două rânduri de **înălțimi** si diagrame pentru flecare cilindru.

După ridicarea diagramelor sau a înălțimilor, se va nota pe fiecare bandă de hârtie, numărul cilindrului de la care provine, motorul și valorile ale mai caracteristice: presiunea de compresie, presiunea de ardere, numărul de rotații etc.

După modul cum este acționat aparatul de ridicat diagramele obținute pot fi diagrame ridicate manual și diagrame ridicate cu dispozitivul de ridicare a diagramei.

în general motoarele navale de dimensiuni mici (motoare auxiliare) **sau** de tip mai vechi nu sunt echipate cu dispozitive de ridicat **diagrame.** în acest caz se pot obține numai diagrame desfășurate. Ținând cont că distribuția uniformă a combustibilului este asigurată prin același debit al pompelor de injecție, diagramele ridicate cu mâna, cu toate că nu sunt exacte **(cerând** multă experiență), sunt suficiente pentru a aprecia etanșeitatea cilindrului **șI** procesul arderii.

8.9.1. Diagrame ridicate manual

în acest mod se pot obține înălțimea de compresie, înălțimea de ardere și diagramele decalate.

înălțimea de compresie, p_c (presiunea finală de compresie)

Se ridică pentru fiecare cilindru și exprimă sub forma unor ordonate, valoarea presiunii p_c a amestecului de aer și gaze reziduale din cilindrul motor la sfârșitul fazei de compresie.

înregistrarea acestei înălțimi impune suspendarea pompei de injecție pentru cilindrul respectiv.

De regulă, când se procedează la ridicarea acestor diagrame, motorul va funcționa la regim de mers în gol.

înălțimea liniei de compresie, dată în mm pe hârtia înregistratoare, va fi împărțită la scara resortului (mm / at), obținându-se valoarea compresiei finale în at.

Dacă repetarea acestei operații va da diagrame egale ca valoare, pentru aceeași turație, iar la un număr sporit de turații valoarea presiunii de compresie va spori corespunzător valorii turației, înseamnă că motorul funcționează normal. Dacă prin compararea înălțimilor de compresie ridicate în timpul exploatării, cu cele obținute la probele de banc se constată că p_c nu mai atinge valoarea inițială, aceasta indică faptul că suprafața de lucru a cilindrului a început să se uzeze. Fenomenul poate fi interpretat și ca o pierdere de etanșeitate ca urmare a uzurii sau blocării unuia dintre segmenți. O diagramă a presiunii finale de compresie ridicată corect va arăta ca în fig. 8.24.

înălțimea de ardere p_z (diagrama presiunii maxime de ardere)

Mecanismul ridicării acestei diagrame este identic cu cel redat la înălțimea de compresie cu precizarea că de data aceasta nu se va mai suspenda pompa de injecție pentru cilindrul respectiv.

Când pompele de injecție debitează normal, iar injectoarele funcționează corect, valorile lui p_z - presiunea maximă de ardere - trebuie să fie aceleași. Acest lucru se poate distinge în fig. **8.25.**

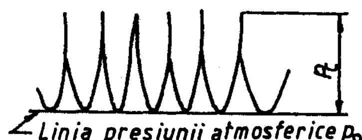


Fig. 8.24. Diagrama **presiunii** finale de **compresie**

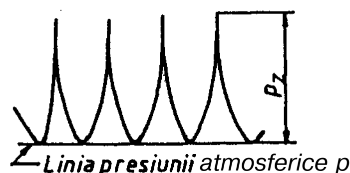


Fig.8.25. Diagrama presiunii maxime deardere

Existența eventualelor defecțiuni conduce la neregularități în procesul arderii, care se pot observa când se procedează la rotirea continuă a tamburului. Fenomenul caracterizează uneori mersul în gol sau un regim redus de turație.

Devierile cauzate aprinderii sunt produse de pulsațiile din conductele de combustibil la anumite turații.

înlăturarea lor se poate realiza fie prin micșorarea presiunii de injecție (fără a influența negativ arderea) sau, dacă este posibil, prin reducerea cursei acului de injecție.

Rezultatul acestor intervenții se va reflecta într-un control mai riguros al deschiderilor pompei de injecție și totodată prin obținerea unei pulverizări mai bune a combustibilului.

Diagrame decalate **ridicate** manual. Acestea se utilizează la aprecierea presiunilor și a distribuției unui motor. O diagramă decalată, ridicată manual, reprezentată în fig. 8.26, arată procesul de ardere pentru un cilindru care este încărcat cu o sarcină sporită, iar ventilele pompei de injecție au o deschidere normală.

Se precizează, din nou, că diagramele decalate ridicate manual sunt orientative exactitatea lor depinzând de dexteritatea și experiența mecanicului ce le ridică.
Rolul si importanța acestor diagrame rezultă și din comparația anei diagrame decalată ridicată prin rotirea manuală a tamburului pentru un motor, înainte de reglaj și după ce s-au

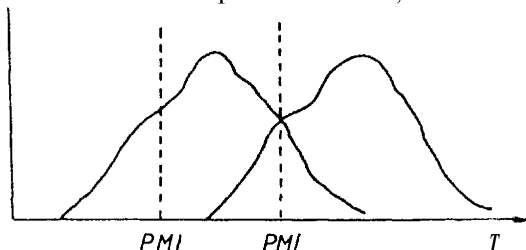


Fig.8.26. Diagrama decalată, ridicată manual

corectat defecțiunile rezultate din diagramă (fig.8.27).

O primă diagramă (fig.8.27,*a*) indică o ardere violentă, începută cu mult înainte de PMI, punctul ce reprezintă începutul arderii situându-se pe diagramă mult sub cel al sfârșitului de compresie. Rezultă că avansul la injecție este prea mare. Prin măsurare pe diagramă, rezultă și o diferență mare de presiune $_{p}$ dintre valoarea lui p_c și punctul unde începe arderea, care se află ca valoare inferior lui p_c . Prin deplasarea în sensul de rotație al motorului, a camei sau a flanșei de cuplare a pinionului de antrenare a arborelui de distribuție , cu un număr de grade, se va obține o altă alură a diagramei decalate (fig. 8.27,*b*);

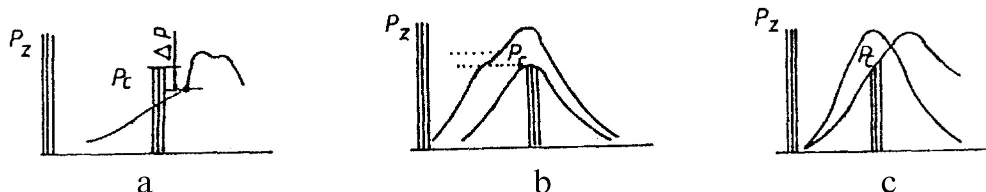


Fig. 8.27. Diagrama decalată, indicând defecțiuni ale arderii:
a - indică o ardere violentă; *b* - avansul la injecție mare; *c* - avansul la injecție reglat.

prin această operație diferența $_{p}$ a scăzut, iar turația motorului va spori. Reducînd și mai mult avansul la injecție, diagrama va arăta ca în fig. 8.27,c, când $_{p}$ = 0; în această situație motorul va avea un mers uniform fără întrerupere.

8.9.2. Diagrame ridicate cu ajutorul aparatului indicator

Așa cum s-a precizat și mai înainte, cu aparați indicator se pot lua mai multe tipuri de diagrame.

8.9.2.1. Diagrama de compresie. Se ridică la fel ca și în cazul rotirii manuale a tamburului, cu precizarea că mișcarea tamburului indicatorului este sincronizată cu mișcarea pistonului motor. Mecanismul ridicării diagramei este identic ca și la procedeul manual, pompa de injecție fiind suspendată pentru cilindrul respectiv.
Se va obține o diagramă ca cea din fig. 8.28, în care se poate analiza etanșeitatea cilindrului

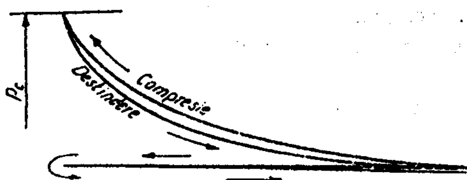


Fig. 8.28. **Diagrama** de compresie **finală, ridicată** cu aparatul indicator

motor pe **toată** cursa **pistonului. În** mod ideal **ramura** de compresie ar trebui să se **suprapună** peste **ramura de** expansiune. Ramura superioară a diagramei reprezintă faza compresiei amestecului de aer proaspăt și de gaze arse (reziduale). Ramura inferioară reprezintă procesul de expansiune sau destindere ce îl suferă același amestec.

Distanța măsurată pe ordonată între cele două curbe trebuie să **fie** foarte mică. în caz contrar diagrama arată că etanșeitatea cilindrului este **afectată,** respectiv se destinde o cantitate mai mică de amestec decât se comprimă. Cauza va fi căutată în uzura cămășii sau uzura **segmenților** (blocarea lor). O altă cauză a **aceseti** defecțiuni, indicată de **diagramă,** o poate constitui valoarea mare a jocurilor de la articulațiile ce transmit mișcarea de la pistonul motor la aparatul indicator. Pentru a elimina orice dubiu, privind eroarea provenită de la aparaturi indicator, dacă este posibil, se va controla presiunea de compresiune cu o diagramă ridjcată manual.

8.9.2.2. Diagrama presiunii maxime de **ardere.** înălțimea de ardere se obține, în acest caz, fără suprimarea injectării combustibilului pentru cilindrul respectiv, mișcarea tamburului indicatorului fiind sincronizată cu mișcarea pistonului motor. Din fig. 8.29 se poate distinge ușor diferența dintre valorile presiunii maxime de ardere și presiunea de compresie.

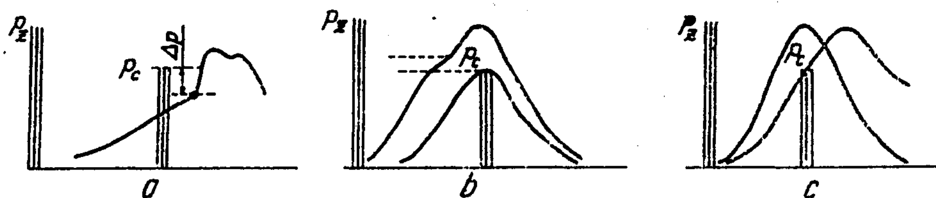


Fig 8.29. Diagrama presiunii maxime de ardere ridicată cu aparatul **indicator**.

8.9.2.3. Diagrama indicată unui motor MAC în doi timpi. Se mai numește și diagrama *p - S (* fiind identică cu diagrama indicată *p - V)* deoarece S **reprezintă,** la scara resortului folosit pe aparatul indicator, cursa pistonului.

Această diagramă se ridică ca și în cazurile precedente, mișcarea tamburului fiind sincronizată cu mișcarea pistonului motor; regimul de funcționare al motorului va fi constant.

Suprafața descrisă de diagramă constituie elementul de bază pentru determinarea valorii presiunii medii indicate p_{mi} și valorii puterii indicate a motorului p_i.

Toate diagramele indicate servesc la o analiză a modului cum se desfășoară procesul de lucru în cilindrul motor respectiv.

în fig.8.30 este reprezentată diagrama de lucru (**normală)** a funcționării unui motor în doi timpi. Pe diagramă sunt indicate pe ordonată valorile lui p_c și ale lui p_z . S-au notat pe diagramă și punctele ce indică începutul diferitelor faze ale procesului de lucru.

Astfel punctul *l* indică poziția când pistonul, în cursa **ascendentă,** închide ferestrele de evacuare și începe compresia (timpul I) care durează până în punctul 2. Aici prin injecția **combus-tibilului** începe arderea ce provoacă o creștere de **temperatură** și de **presiune.** în punctul 5, începe timpul util (**timpul**) expansiunea.

Faza expansiunii (**detentei)** se sfârşeşte in **punctul** *4*, **când pistonul** începe să deschidă ferestrele de evacuare părăsesc **cilindrul**, apoi este deschisă şi fereastra de **admisie** ; aerul proaspăt intră în cilindru împingând către **exterior** gazele de **evacuare.** Pistonul continuă cursa descendentă realizând baleiajul. Fereastra de evacuare este închisă abia **după** ce pistonul trece de **PME,** cu **o** întârziere, **în** punctul *L* **Din** acest moment **ciclul** se repetă.

8.9.2.4. Diagrama **indicată** a unui **motor** MAC **în** 4timpi

Prin **comparaţie** se prezintă **(fig. 8.31)** diagrama normală de funcţionare a **unui motor** în 4 timpi. Linia **5-1** indică **procesul** de **admisie** a aerului (încărcăturii **proaspete),supapa** de **admisie** fiind **deschisă(timpulI**). Compresia **(timpul**) se **desfăşoară** pe diagramă între punctele *l- 2* când toate **supapele** sunt închise. Din punctul 2 are loc **injecţia,** aprinderea şi apoi arderea combustibilului - reprezentată **printr-o** creştere mare de temperatură şi presiune - **continuată** de expansiunea gazelor (timpul **I** * timpul util). Supapa de evacuare se **va** deschide în punctul *4* **(timpul** IV), gazele arse părăsind cilindrul, fenomen care durează până în punctul 5. Din acest punct supapa de aspiraţie se deschide, cea de evacuare se va închide sau se va avea o suprapunere (baleiajul) şi începe aspiraţia cu care se reia ciclul **motor.Considerând** că diagramele reprezentate mai înainte sunt corecte, prin **planimetrarea** lor se poate calcula presiunea medie indicată p_{mi} şi puterea indicată p_i .

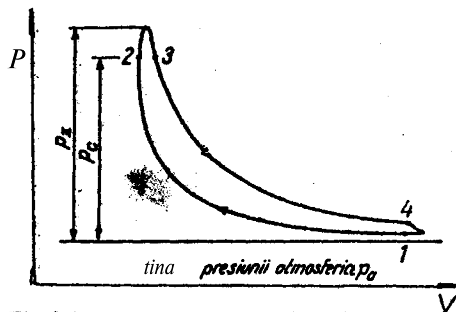


Fig.8.31. Diagrama normală indicată a unui motor MAC **în** doi timpi:
1,2 - compresia aerului; **2,3** * aprinderea şi arderea combustibilului; **3,4**- destinderea gazelor, **4,1**- evacuarea gazelor.

8.2.2.5. Diagrama **desfăşurată** de **ardere.** în diagramele normale (de lucru), procesul arderii, care are loc pe o mică **porţiune** din curba diagramei, nu poate fi analizată pentru a obţine concluzii privind **modul** cum **are** loc injecţia şi arderea combustibilului.

Pentru a se obţine o curbă îndeajuns de desfăşurată astfel încât **procesul** de ardere să fie bine urmărit se pot utiliza două metode. O primă metodă constă în sincronizarea aparatului de ridicat diagrame cu mişcarea pistonului, care **faţă** de cel supus controlului este decalat la 90°. **În** cazul **acesta,** tamburul indicatorului se va roti cu viteză **maximă,** tocmai în momentul **când,** în mişcarea sa ascendentă, pistonul motor se va găsi în **PMI.** Prin acest montaj se va obţine o diagramă cu o desfăşurare maximă pentru procesul de **ardere.O** a doua variantă pentru obţinerea unei curbe desfăşurate a procesului de ardere se realizează prin rotirea manuală a tamburului. Bineînţeles că **trebuie** din partea **mecanicului** o anumită îndemânare, iar diagrama respectivă nu este suficient de precisă.

Pentru a se analiza procesul de ardere din **cilindru** şi totodată a se evidenţia unele deficienţe ce pot apărea în timpul **funcţionării** în procesul de ardere, se va lua ca reper o diagramă corectă, ridicată cu aparatul indicator, reprezentată în fig. 8.32.

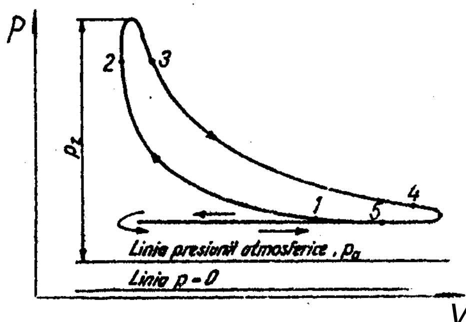


Fig. 8.32. Diagrama indicată (de lucru) a unui motor MAC în patru timpi:
7,2 - compresia aerului; *2,3* - aprinderea şi arderea combustibilului *3,4* - destinderea gazelor; *4,5* - evacuarea gazelor; *5,1* - baleiajul.

în diagramă se distinge linia compresiei, avansul la injecţie, începutul **propriu-zis** al injectării combustibilului şi întârzierea la aprindere; astfel, în faza arderii se vor putea distinge pe diagramă eventualele deficienţe ce au la bază multiple cauze care pot fi analizate separat. Deasupra diagramei este indicat timpul de când s-a injectat combustibilul şi până când are loc **arderea.** în punctul *A* începe injecţia combustibilului de către pompa de injecţie. Pe porţiunea *A - B* acest combustibil este comprimat.

Datorită **compresibilităţii** combustibilului, începutul injecţiei din pompa de injecţie nu corespunde cu începutul injecţiei din injector, existând o întârziere *A - B.* Din punctul *B* începe injecţia **propriu-zisă** a combustibilului în camera de **ardere.** Combustibilul **injectat** nu se va aprinde imediat, ci cu o anumită întârziere (***i_a = BC***). întârzierea la aprindere este exprimată pe diagramă prin timpul de la începutul injecţiei şi până la creşterea vizibilă a presiunii (în grade de manivelă). Fiecărui combustibil îi corespunde o anumita întârziere, funcţie de caracteristicile sale, de temperatură, presiune şi valoarea raportului de compresie. Punctul *C* semnifică începutul arderii combustibilului; în punctul D, injecţia combustibilului va înceta. Unghiul α este măsura mărimii avansului la aprindere.

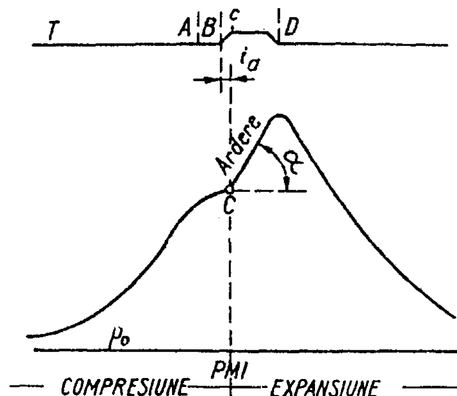


Fig. 8.32. Diagrama decalată (desfăşurată de ardere) a unui motor MAC, în doi timpi: T - timpul; A- avansul pompei de combustibil; A,B comprimarea combustibilului; B - începutul injectării combustibilului; B,C = i, - întârzie la aprindere; C - începutul arderii combustibilului; D-încetarea injectării B,D - perioada injectării combustibilului; p_0- presiunea atmosferică; α–unghiul de avans al injecţiei.

8.9.2.6. Diagrama **desfăşurată** de **compresie.** în **fig.8.33** este prezentată diagrama decalată de ardere la care a fost indicată prin *x,y,z,* curba ce reprezintă procesul complicat al arderii. Dacă la un **cilindru** se va suspenda **injecţia,** diagrama decalată va lua altă formă , dimensiuni şi valori **inferioare** celei de ardere. Noua diagramă prezentată comparativ cu cea de ardere se numeşte diagramă decalată de compresie.

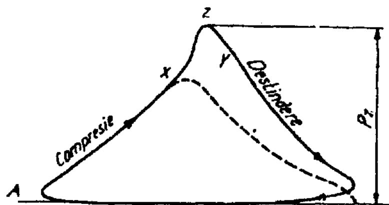


Fig. 8.33. **Diagrama decalată de compresie**

8.9.3. Defecţiuni ale diagramelor ridicate cu aparatul indicator si interpretarea lor

De cele mai multe ori diagramele ridicate nu au o alură **corectă,** ceea ce conduce la erori de calcul sau de interpretare.

Pentru a face o analiză corespunzătoare trebuie făcută precizarea că deficienţele diagramelor se pot datora atât aparatului indicator cât şi anomaliilor în funcţionarea **motorului.**

La o analiză mai atentă, prima categorie de defecţiuni nu este atât de **gravă,** dar rezultatul acestora este exprimat tot sub forma unor diagrame anormale. Pentru o înţelegere mai uşoară, vor fi prezentate câteva diagrame defecte (indicate şi decalate) sub forma tabelară **evidenţiindu-se** cauzele producerii şi modul de remediere (**tabelele** 8.4 şi 8.5).

***Tabelul** 8.4.* **Defecțiuni ale diagramelor indicate și interpretarea lor**

Descrierea diagramei	Aspectul diagramei	Cauzele posibile ale defecțiunii	Mod de remediere
1	2	3	4
Curba detentei are un aspect **neuniform** (ondulatoriu)		Există frecare mărită între **pistonașul** și cilindrul aparatului, cauzată **depătrunderea** impurităților; dilatare necorespunzătoare a unor piese ale aparatului datorită încălzirii insuficiente. -Mecanismul de înregistrare oscilează. - Tija pistonului este strâmbă.	- se **demontează,** se curăță și se unge ansamblul **piston-cilindru;** - se curăță **purja;**- se încălzește aparatul indicator uniform înainte de **a-l** pune în funcțiune; - se înlocuiește resortul cu unul mai **tare.**- dacă mijloacele indicate nu remediază **defecțiunea,** se va înlocui pistonul și tija. în caz că nu este posibil sau nu avem, se va prelucra diagrama ridicată prin refacerea liniei mijlocii (întrerupte) dintre vârfurile curbei și numai după aceasta se va **planimetra** diagrama.
Diagrama se taie de sus, pe **orizontală, laPMI**		- Resortul este prea slab. - Mecanismul de înregistrare este fixat pe dispozitivul de conducere de pe tija pistonului mai sus decât poziția sa normală.	Se alegere resort corespunzător presiunii maxime de ardere. Se va corecta **monta-rea** mecanismului înregistrator pe tija pis- tonului **(instalându-l** mai jos)
Aria diagramei ca și înălțimea sunt reduse.		Resortul indicatorului este prea dur (prea tare)	Se alege resortul în funcție de presiunea maximă din cilindru, dar să reziste la o presiune mai mare decât cea din cilindru, cu 5 **daN/cm^2**
Aria diagramei este mai mică decât cea normală,**către** PME pe verticală		Șurubul de acționare al tamburului este prea scurt.	Se fixează o lungime potrivită a șnurului.
Diagrama are un contur dublu		Șnurul de acționare al tamburului se întinde (este elastic). Diagrama este ridicată cu aparatul încă neîncălzit. Hârtia **în-registratoare** nu este fixată bine pe tambur (**se** mișcă). Mecanismul de înregistrare nu este prins (este slăbit), pe tija pistonului	Se va folosi un șnur neelastic sau se întinde cel existent. Se va încălzi aparatul înainte de ridicarea diagramelor. Se va fixa corespunzător mecanismului de **în-registrare** pe tija pistonașului. Se vor verifica **lamelele** de fixare a hârtiei pe tambur.
Diagrama este deformată și **neclară.** înălțimea este redusă iar aria ei este mult rotunjită.		Nu este suficient deschis robinetul de la **purjă.** Secțiunea și lungimea racordului aparatului purjă sunt insuficiente.	Se va deschide corespunzător robinetul de la purjă. Se va înlocui racordul de la purjă cu unul de secțiune mai mare.

Tabelul 8.4(continuare)

1	2	3	4
La diagrama indicată pentru un motor în patru timpi, linia atmosferică se trasează mai jos față de poziția normală.		Piulița care tensionează resortul pe tija pistonului indicatorului nu este strânsă până la capăt. Deformarea diagramei se datorează jocului dintre piuliță și resort.	Se va verifica strângerea piuliței și tensionarea resortului
La diagrama indicată la un motor în doi timpi, linia atmosferică se trasează mai jos față de poziția normală.		Piulița de tensionare a resortului de pe tija pistonului indicatorului nu este strânsă suficient.	Se va strânge Corespunzător piulița, tensionând resortul.
Diagrama prezintă o buclă la linia atmosferică.		Robinetul indicator al purjei are tendința de a obtura trecerea gazelor.	Se va înlătura defecțiunea prin rodarea cursei robinetului.
Diagrama indicată prezintă o arie secționată de linia atmosferică		Secțiunea de trecere a gazelor prin racordul purjei variază datorită înțepenirii ventilului robinetuluiindicator	Se va elimina cauza înțepenirii ventilului
Diagrama are un vârf foarte ascuțit către PMI iar aria este mult mai redusă, înălțimea diagramei Fiind deasemenea mai mică.		Dispozitivul de acționare al tamburului este montat greșit. Deplasarea pistonașului aparatului indicator este în contratimp (respectiv înainte) față de deplasarea pistonu-lui motor.	Se verifică modul de acționare, și se reglează corespunzător.
Diagrama prezintă o arie mărită la partea superioară, (către PMI). Înălțimea diagramei este de obicei normală.		Dispozitivul de acționare al tamburului nu este montat corespunzător. Deplasarea pistonului aparatului se realizează în contra-timp față de deplasarea pistonului motor.	Se reglează corespunzător sistemului de acționare.
Diagrama obținuă, prea înaltă. Aria mărită,prin îngroșarea ei, la partea superioară, forma diagramei mult ascuțită.Presiunea maximă de ardere este >decât cea normală.		Debitul de com-bustibil are o valoare prea mare. față de situația normală	Se reglează debitul de combustibil la valoarea prescrisă funcție de sistemul constructiv de reglare

Tabelul 8.4. ***(continuare)***

1	2	3	4
Diagrama are **un** vârf **ascuţit,** dar înălţimea diagramei este totuşi **normală.**		**Scăpări** ale gazelor din cauza uzurii **segmenţilor** de com**presie** ai pistonului motor. Pierderea **etanşeităţii** pe a supapelor de evacuare.	Se vor înlocui **segmenţii** de compresie la pistonul **respectiv** al motorului. Se **curăţă** supapele de eva**cuare,** se rectifică scaunele şi se reglează **corespunzător** jocurile la supape.
Diagrama prezintă o **îngroşare** (în partea sa inferioară) a procesului de evacuare şi **baleiaj.** înălţimea presiunii maxime de ardere este mai mică decât cea **normală.**		Arderea combustibilului se prelungeşte şi în detentă. Injecţia combustibilului în cilindru se face târziu. **Evacuarea** gazelor arse **din** cilindru se **face** cu greutate, **blocându-**se evacuarea.	Seva regla avansul **la** injecţie conform prescripţiilor de exploatare. Se curăţă ferestrele de evacuare
Diagrama este **incmpletă** la partea superioară (către **PMI)**		Resortul aparatului indicator este prea slab. **Pistonaşul** aparatului indicator se blochează la partea superioară.	Se înlocuieşte resortul cu unul nou, sau dacă nu este posibil se va **schimba şi** ansamblul **piston-cilindru,** alegând alte valori ale resortului. Se remediază defecţiunea ce a determinat **blocarea** pistonului sau se schimbă pistonul împreună cu cilindrul.
Diagrama prezintă **neregularităţi** atât la curba de compresie cât şi de detentă.		**Piuliţa** de strângere a resortului s-a slăbit. Şnurul de acţionare a tamburului **vibrează.**	Se stânge corespunzător piuliţa resortului. Se **înlocuieşte** şnurul de acţionare cu unul mai scurt şi neelastic.
Diagrama ridicată **prezintă** pe curba de detentă oscilaţii de forma unei danturi.		Pistonaşul aparatului indicator glisează greu în cilindru. Tamburul cu hârtia înregistratoare se înţepeneşte.	Se demontează pistonaşul, se şlefuieşte sau dacă este cazul se **schimbă.** Se **verifică** acţionarea tamburului şi se remediază cauza înţepenirii.
Diagrama are un contur neuniform atât pe curba de compresie cât şi pe detentă.		Pistonaşul indicatorului are tendinţe de **gripaj.**	Se demontează pistonaşul se curăţă şi se **gresează** cu ulei din trusa aparatului.
Diagrama are o **alură** aparte pe curba de detentă şi în zona de **ardere.** înălţimea maximă a ei este **exagerată.**		Aparatul indicator nu este corespunzător pentru motorul respectiv (este mai mare). Inerţia pieselor în mişcare ale indicatorului **falsifică** diagrama.	Se va schimba aparatul indicator, alegând unul corespunzător, conform **turaţiei** motorului.

Tabelul 8.4(continuare)

1	2	3	4
Aria diagramei este îngroşată la mijloc şi ascuţită la capete.		Şnurul de acţionare al tamburului freacă pe ceva. Rola **de ghidare** a şnurului este gripată.	Se demontează şnurul şi se înlătură **defecţiunea,** eventual se înlocuieşte şnurul. Se **demontează** rola se înlătură **defecţiunea** şi se **gresează rola.**
Diagrama este tăiată la **partera** superioară şi are un contur îngroşat în partea medie		Scara resortului este aleasă **necorespunzător.** în acest caz resortul a fost ales prea mare.	Se va demonta resortul şi se va înlocui cu altul corespunzător.
Diagrama **obţi**nută are o arie mult micşorată prin subţierea sa la partea medie.		Resortul este fixat pe aparat în mod necorespunzător.	Se verifică modul de fixare a resortului şi se va tensiona corespunzător cu piuliţa de strângere.
Diagrama are un contur diferit faţă de o diagramă **normală,** fiind **as**cuţită către extremităţi şi îngroşată la mijloc.		Acţionarea **tambu-rului** se face în mod defectuos. Şnurul de acţionare al tamburului se **intinde.**	Se remediază **defecţiunea** din sistemul de transmitere **a** mişcării tamburului. Se înlocuieşte şnurul.
Linia de compresie nu se suprapune la începutul **ei,** cu linia atmosferică.		Piuliţa de fixare a resortului **indicatoru-lui,** nu este bine strânsă. Pistonaşul indicatorului (tija pistonaşului) au tendinţă de **gripare (înţepenire).**	Se va strânge piuliţa de tensionare a resortului. Se va înlocui pistonaşul **împreună** cu cilindrul respectiv.
Lungimea diagramei este **mai** mică, dar conturul său este normal.		- Modul de acţionare al tamburului este incorect (v. **fig** 3.6) din cauza fixării poziţiei medii a pârghiei de acţionare în mod necorespunzător. - Şnurul de acţionare al tamburului nu are o poziţie verticală (unghi de 90 °) faţă de pârghia oscilantă.	Se va regla **poziţia** pârghiei oscilante în raport de unghiul **ce-l face,** cu şnurul de acţionare al tamburului.

Tabelul 8.5. **Defecțiuni** ale diagramelor **decalate,** cauze și mod de remediere

Descrierea diagramei	Aspectul **diagramei**	Camele **posibile** ale defecțiunii	Mod de remediere
1	**2**	3	3
Diagrama ridicată arată o aprindere prea timpurie, însă presiunea de compresie este **normală.**		Avansul la injecție **este prea mic.**	Se va regla avansul, prin rotirea camei în sens invers sensului de rotație a axului cu came. Se va regla presiunea de injecție la valoarea normală.
Diagrama indică o aprindere târzie, însă presiunea de compresie este **corectă.**		Avansul la **injecție** este prea mare.	Se va regla avansul prin rotirea camei în sensul de rotație a axului cu came. Se verifică și raportul de compresie.
Diagrama prezintă oscilații de presiune pe curba detentei		Creșterea bruscă a presiunii în cilindru motor. Oscilații ale resortului indicatorului. Racordul pur-jei este prea **mic** ca secțiune și lungime.	Se va corecta avansul la injecție deoarece avem **întârzierela** aprindere. Se va schimba resortul sau se va schimba aparatul indicator. Se va schimba racordul **purjei.** Dacă **vibrațiile** nu pot **fi** înlăturate pentru stabilirea presiunii de ardere corecte, se va lua o curbă medie care înjumătățește amplitudinile oscilațiilor.
Diagrama indică o presiune de compresie prea mare și implicit o presiune de ardere mare.		S-a modificat raportul de compresie prin micșorarea spațiului mort al camerei de ardere.	Se vor verifica și înlocui garniturile de chiulasă sau eventual șaibele de reglaj de la piciorul bielei (unde există). Se verifică avansul la injecție.
Diagrama indică o presiune de ardere normală, dar presiunea de compresiune este mai mică decât cea normală.		S-a mărit spațiul mort al camerei de ardere. Avansul la injecție este prea mic.	Se vor monta garnituri de chiulasă mai subțiri sau șaibe de reglaj a piciorului bielei de grosimi mai mici. Se va regla avansul la injecție prin rotirea camei în sens contrar învârtirii axului cu came.
Diagrama prezintă simptomele unei arderi prelungite în detentă		Neetanșeitatea închiderii combustibilului în injector. Temperatura prea joasă a aerului din cilindrul motor, **înfundarea** orificiilor de la duza **injectorului.**	Se vor șlefui acele de injecție în locașul duzelor. Se ridica temperatura aerului înainte de a fi introdus în **cilindru,** până la valori rezonabile. Se desfundă orificiile duzei.

Tabelul 8.5 (continuare)

1	2	3	4
Presiunea de ardere are o valoare foarte scăzută.		Pompa de injecție are ventile neetanșe sau uzate. Duza injectorului are orificii înfundate. Prezența apei în combustibilul injectat.	Se vor schimba ventilele pompei sau se vor f etanșa pe scaun. Se vor desfunda orificiile înfundate ale duzei. Se va separa corespunzător combustibilul și vor fi eliminate orice surse de contaminare.
Presiunea de ardere foarte diferite în cilindru.		Debitul pompei de injecție este neuniform. Prezența aerului în pompa de injecție.	Ventilele pompei sunt neetanșe sau uzate. Se va aerisi pompa și se va elimina orice sursă de pătrundere a aerului fals.

8.10. Metode de calcul al presiunii medii indicate și al puterii indicate, folosite la motoarele navale

Importanța determinării corecte a presiunii medii indicate, la motoarele de la bordul navelor, este bine cunoscută de către toți ofițerii mecanici. O diagramă indicată (normală) după ce a fost studiată și interpretată (evaluând eventualele defecțiuni) servește ca mijloc de determinare a presiunii medii indicate p_{mi} și implicit a puterii indicate p_i.

Determinarea p_{mi} se poate face prin prea multe metode, care vor fi evidențiate în continuare.

8.10.1. Calculul p_{mi} prin metoda trapezelor

Se cunoaște că p_{mi} este considerată ca o valoare convențională a presiunii din cilindru pe parcursul unui ciclu motor, care produce un lucru mecanic egal cu lucrul mecanic indicat L_i, obținut în motor prin arderea combustibilului în cilindru.

În fig.8.34 este prezentată o diagramă indicată în care se poate observa schematic valoarea presiunii medii indicate p_{mi} .

Presiunea medie indicată poate fi definită ca înălțime a dreptunghiului care are ca bază volumul util (cilindreea) și ca suprafață, aria diagramei indicată în coordonate p- v.

în fig.8.34 se pot observa două arii: A_0 - aria diagramei indicate (corespunzătoare lucrului mecanic util) și A_1 - aria corespunzătoare lucrului mecanic realizat în procesele de admisie și evacuare. A_1 poate fi considerată nulă deoarece, în practică, liniile corespunzătoare proceselor de admisie și evacuare se suprapun.

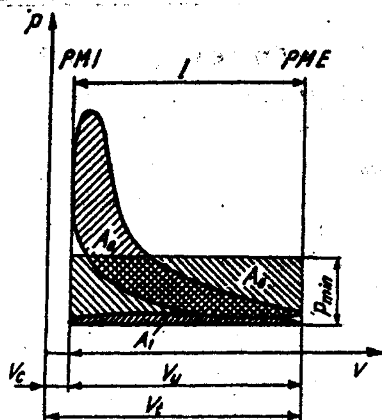


Fig.8.34. Calculul presiunii medii indicate

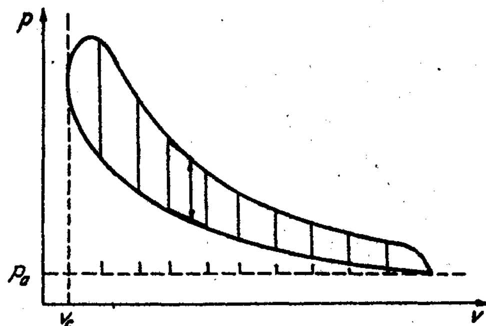


Fig. 8.35. Aflarea p_{mi} după metoda trapezelor.

Cu alte cuvinte p_{mi} este acea presiune care, rămânând constantă pe tot timpul cursei motoare, produce acelaşi lucru mecanic util cu cel al ciclului motor. Astfel cele două arii A_0 trebuie să fie egale ca valoare.

Valorile p_{mi} pentru funcţionarea la sarcină nominală sunt **cuprinse**, pentru motoarele în doi timpi, între **6 - 7 daN/cm** şi în jurul a 8 **daN/cm^2** pentru motoarele în patru timpi. Pentru motoarele **supraalimentate** p_{mi} este cuprins între 16 - 25 **daN/ cm^2**.

Pentru determinarea p_{mi} prin metoda trapezelor, pe diagrama indicată **(fig.8.35)** se tratează zece suprafeţe delimitate de verticale echidistante perpendiculare pe linia presiunii atmosferice. Apoi, se calculează aria fiecărui sector de **diagramă**, care poate fi aproximat cu un trapez.

Aria totală a diagramei va fi:

$$A_t = A_1 + A_2 + ... A_{10}.$$

Presiunea medie indicată se **obţine** astfel:

$$p_{mi} \quad \frac{A}{l \cdot K} \quad daN/cm^2,$$

unde: A_t - aria totală a diagramei;
/ - lungimea diagramei;
K - constanta resortului (**scara** resortului)

8.10.2. Calculul p_{mi} prin metoda ordonatelor

O altă variantă a metodei de aflare a p_{mi} constă în împărţirea diagramei indicate (fig.8.36) în zece sectoare egale. Din mijlocul fiecărui sector se ridică perpendiculare pe linia presiunii atmosferice, până unde se intersectează curbele diagramei **obţinându-se** segmentele a_1a_2; b_1b_2; c_1c_2 ... j_1j_2.

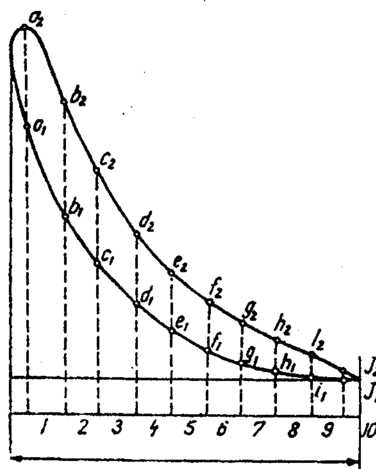


Fig 8 36 Calculul p_{mi} după metoda ordonatelor.

Se măsoară apoi aceste segmente, iar suma lor se va împărţi la zece şi la constanta resortului K, **obţinându-se** p_{mi} după **relaţia:**

$$p_{mi} = \frac{a_1a_2 + b_1b_2 + c_1c_2 + ... + j_1j_2}{10} \cdot \frac{1}{K} \left[daN/cm^2\right].$$

8.10.3. Determinarea p_{mi} cu ajutorul diagramei desfăşurate

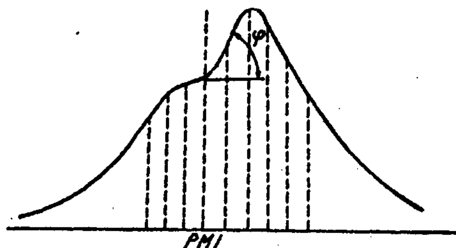


Fig.8.37. Determinarea p_{mi} cu ajutorul diagramei decalate.

Presiunea medie indicată poate fi calculată şi din diagrama decalată. După ridicarea diagramei decalate (de ardere) se trasează pe **diagramă ordonate corespunzătoare** unor unghiuri echidistante, de rotire a arborelui **cotit**, faţă de **PMI** (fig. 8.37).

Se întocmeşte tabelul 8.6, *in* care vor fi înscrise, în coloanele 3 şi 4, valorile înălţimii presiunii de destindere şi a înălţimii presiunii de compresie **corespunzătoare** unghiurilor respective de rotire a arborelui cotit.

Tabelul 8.6. **Determinarea p_{mi}, după diagrama desfăşurata (pentru λ 1/3,2)**

Punctul	După PMI ϕ grade	P_2,mm	P_1,mm	P_2 - P_1	A	A(P_2-P_1)
1	2	3	4	5	6	7
1	16	32	16	16	0,120	2,06
2	37	20	9	11	0,280	3,08
3	58	11	4,5	6,5	0,382	2,48
4	81	6,5	3	3,5	0,418	1,46
5	105	4,5	2	2,5	0,382	0,95
6	131	3	1,5	1,5	0,280	0,42
7	158	1	1	0	0,129	0,0

$A_t (P_2 - P_1) = 10{,}45 \text{ mm}^2$.

În coloana a 5 -a se calculează diferenţa dintre valoarea înălţimii presiunii de destindere şi de compresie.

în coloana a 6-a se calculează valoarea ariei diagramei pentru fiecare din unghiurile date. Coloana a 7- a este produsul cifrelor din coloanele 5 şi 6. Toate datele din tabelul 8.6 au fost calculate pentru raportul: $\lambda = R/L = 1/3{,}2$, în care *R* este raza manivelei motorului; *L* - lungimea bielei. Alte valori ale unghiurilor φ în funcţie de raportul λ sunt date în tabelul 8.7.

Tabelul 8.7. **Valorile unghiurilor φ în funcţie de raportul λ = *R/L***

Unghiul de rotire **al** manivelei	**1/3,2**	**1/4,2**	**1/5,2**	Unghiul de rotire al manivelei	**1/3,2**	**1/4,2**	**1/5,2**
1	2	3	4	1	2	3	4
φ_1	16	16	17	φ_5	105	106	108
φ_2	37	38	38	φ_6	131	132	133
φ_3	58	60	61	φ_7	158	159	160
φ_4	81	83	84				

Presiunea medie indicată, p_{mi} se calculează cu **formula:**

$$p_{mi} = \frac{A_t(p_d - p_c)}{2K} \quad \left[daN / cm^2\right]$$

unde: A_t - suma ariilor obținute în coloana a 7 - a; P_d - înălțimea presiunii de destindere; P_c - înălțimea presiunii de compresie; K - constanta resortului (scara resortului).

Eroarea de calcul a p_{mi} nu este mai mare de 1 2 % când PMI este indicat corect pe diagrama decalată. La alte valori ale raportului l unghiurile j, se obțin din tabelul 8.7 sau prin interpolare. Dacă dispozitivul de ridicat diagrame nu are și posibilitatea trasării punctelor moarte, acestea se obțin grafic după diagramă.

Un exemplu de calcul al p_{mi} după diagrama decalată este redat în tabelul 8.6.

8.10.4. Calculul presiunii medii indicate cu ajutorul pimetrului

Pimetrul este un aparat Inițial cu ajutorul căruia poate fi măsurată presiunea medie a ciclului unui cilindru motor.

Funcționarea sa se bazează pe existența unui volant care, prin inerția sa, asigură Integrarea presiunilor instantanee din ciclul motor și obținerea valorii medii ale acestora.

în fig.8.38 și 8.39 sunt prezentate două tipuri de pimetre uzuale, din dotarea flotei maritime a României, primul fabricat în Rusia iar cel de-al doilea în Germania.

Pimetrul se montează pe purja cilindrului, presiunea din cilindru acționând asupra unui pistonaș legat prin intermediul unor angrenaje cu volantul și acul indicator. Asigurarea echilibrului sistemului este realizată cu ajutorul unui resort care se opune mișcării pistonului, echilibrând forțele de presiunecare se manifestă pe acesta.

Pentru lărgirea gamei de măsurare în trusa aparatului sunt prevăzute mai multe resoarte cu constante (rigidități) diferite, astfel încât gama presiunii maxime la care aces-ta poate fi folosit variază de la 6 daN/cm până la 120 daN/cm^2.

Valoarea medie citită la pimetru se transformă în valoare reală a presiunii medii a ciclului cu ajutorul diagramei care este atașată trusei de măsură (fig.8.40). Se menționează că valoarea presiunii medii pe ciclu determinată cu pimetrul nu este egală cu presiunea medie indicată.

Conform fig.NkWr^considerând că presiunea medie pe compresie este p_{mc}, iar presiunea medie pe detentă este p_{md}, atunci valoarea presiunii medii determinată cu pimetrul este media celor două presiuni:

$$p_{mp} = \frac{p_{mc} + p_{md}}{2},$$

în timp ce presiunea medie indicată este:

$$p_{mi} = p_{md} - p_{mc}$$

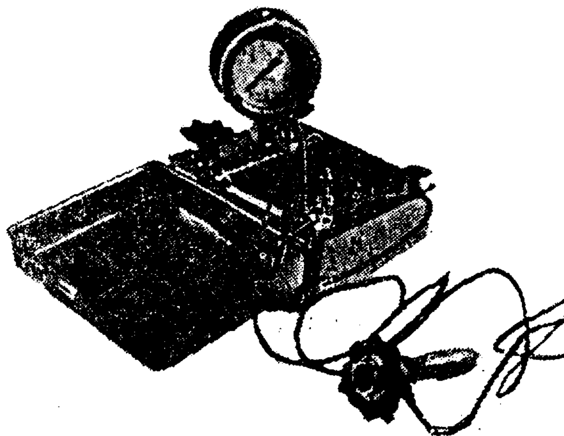


Fig. 8.38. Pimetru, tip rusesc

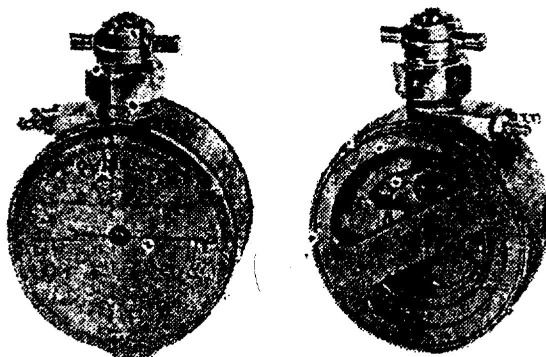
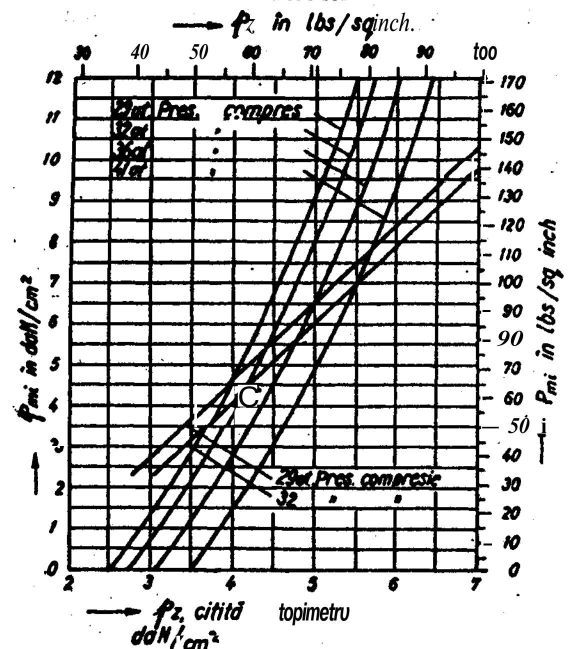
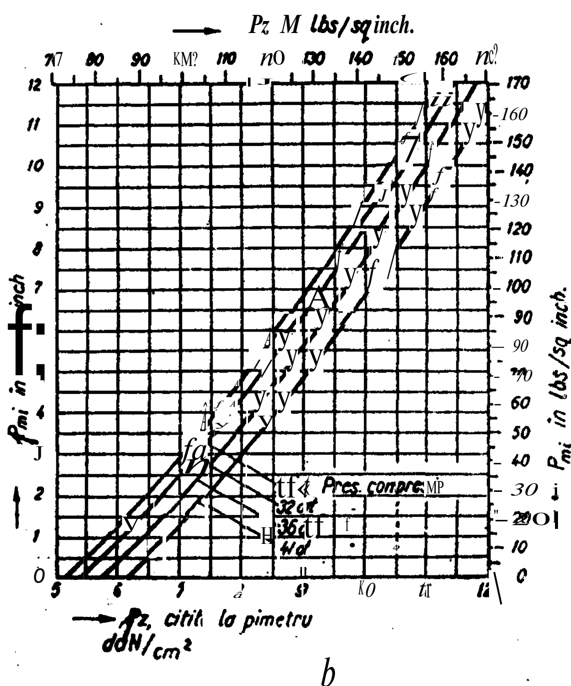


Fig. 8.39. Pimetru ,tip german

DIAGRAME DIN TRUSA PIMETRULUI





a - pentru MAI în 4 timpi;
b - pentru MAI în 2 timpi.

Fig. 8.40. Diagrame pentru calcularea p_{mi} cu ajutorul pimetrului.

Prin eliminarea presiunii medii pe detentă p_{md} între **cele** două relaţii **rezultă**: $p_{mi} = 2(p_{mp} - p_{mc})$ relaţie ce poate **fi observată** şi grafic în **fig.8.41.Ultima** relaţie sugerează modalitatea practică de **determinare** a presiunii medii indicate cu ajutorul pimetrului, astfel:

- se suspendă pompa de injecţie şi se măsoară cu **pimetrul** presiunea medie de **compresie** p_{mc};
- se **măsoară**, în funcţionare **normală**, presiunea medie a ciclului p_{mp};
- se calculează (după transformarea presiunilor p_{mc} şi p_{mp}, cu ajutorul diagramei pimetrului, în presiuni reale) valoarea presiunii medii indicate;
- se calculează puterea pe cilindrul respectiv.

După cum se constată presiunea medie a ciclului p_{mp} este proporţională cu presiunea medie indicată (considerând că presiunile medii de compresie ale cilindrilor sunt egale sau foarte apropiate) şi deci şi cu puterea motorului, astfel **încât**, indicaţiile pimetrului pot servi direct pentru aprecierea calitativă a repartiţiei puterii pe cilindrii motorului. Motorul se consideră reglat corect dacă diferenţa dintre indicaţia maximă şi minimă a pimetrului la cilindrii motorului nu depăşesc 2% din valoarea medie a măsurătorilor efectuate (indicaţiile calculate), la toţi cilindrii.

în cazul depăşirii acestei valori se vor înlătura cauzele care au condus la dereglările în funcţionare a cilindrilor **respectivi**. în acest caz utilizarea maximetrului, sau mai bine a aparatului de luat diagrame, oferă informaţii suplimentare preţioase pentru un reglaj corect şi rapid.

în cazul depăşirii acestei valori se vor înlătura cauzele care au condus la dereglările în funcţionare a cilindrilor **respectivi**. în acest caz utilizarea maximetrului, sau mai bine a aparatului de luat diagrame, oferă

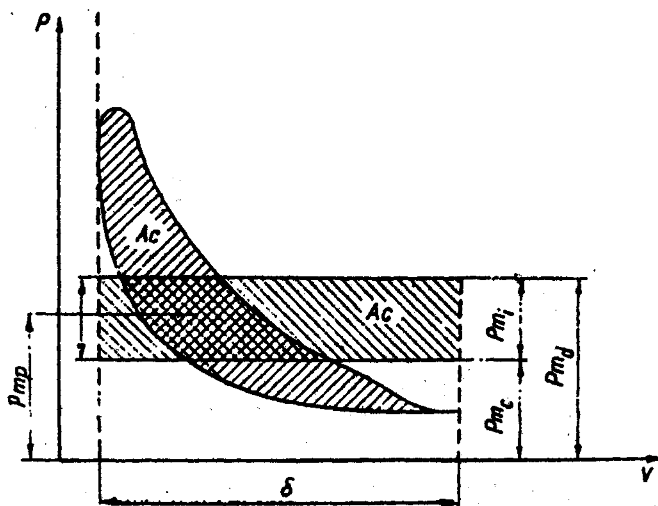


Fig.8.41. Calcularea p_{mi} cu ajutorul pimetrului, după diagramă.

informații suplimentare prețioase pentru un reglaj corect și **rapid.Un** alt mod de calcul al presiunii medii cu **pimetrul** este prezentat în exemplul de mai jos.

în diagrama care însoțește pimetrul sunt redate mai multe curbe care reprezintă diferite valori ale **presiunii** de compresie în exemplul dat: 29 at; 32 at; 36 at; **41** etc.

Pe **abcisa** diagramei sunt reprezentate **valorile** presiunii care sunt citite direct pe cadranul **pimetrului.**

Pe ordonată sunt redate valorile presiunii medii ale ciclului motor care se obțin la intersecția valorii presiunii citite pe **pimetru** cu curba corespunzătoare presiunii de **compresie** pentru motorul respectiv.

Astfel, presupunând că se citește pe pimetru valoarea 5 **daN/cm²**, iar presiunea de compresie din cilindru este de 41 at, la intersecția lor se obține punctul care corespunde valorii de 5 **daN/cm²**, care **este tocmai** presiunea medie a ciclului.

Dacă pentru aceiași valoare a pimetrului se folosește curba de 32 at (corespunzătoare presiunii de compresie) valoarea presiunii medii este de 8 **daN/cm²**.

8.10.5. Folosirea planimetrului la calcularea presiunii medii indicate

a. *Generalități.* **Planimetrul** este un aparat care servește la măsurarea unor arii sau a unui moment al suprafeței în raport cu o axă sau un punct.

Ariile măsurate aparțin în general unor figuri neregulate: diagrame, hărți etc.

în exploatarea navală se utilizează **planimetre** polare pentru măsurarea diagramelor indicate.

b. *Descrierea planimetrului.* Planimetrul polar **(fig.8.42)** constă din trei părți principale: corpul 7, care are în componența sa dispozitivul de înregistrare 2, **vernierul** J, rotița de rulare *4* și șurubul de reglare fină 5; brațul trasor 6, care este prevăzut cu o scară gradată; pe brațul trasor se găsește acul de urmărire *7*; brațul polar 8, care are prevăzut la un capăt greutatea *9* și acul 70, iar la capătul sferic *11* care se articulează într-un locaș corespunzător din corpul *1.*

Axul dispozitivului înregistrator are capete în formă de conuri și se sprijină pe două lagăre situate în corpul aparatului. Vernierul 3, este prins de corp și se poate deplasa odată cu corpul, cu ajutorul șurubului 5. Rotița *4*, sprijină corpul în timpul **planimetrării.**

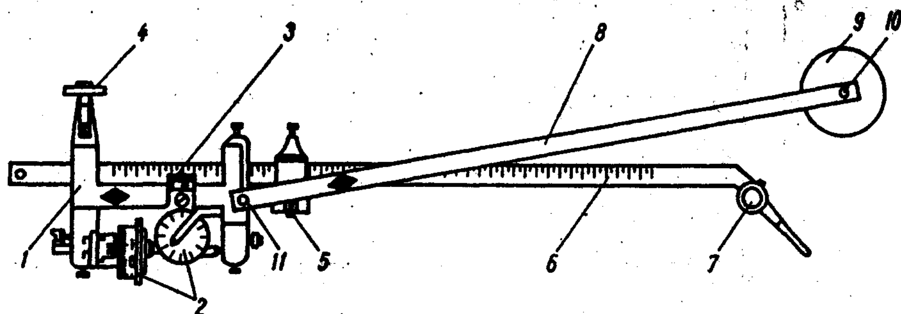


Fig.8.42. Planimetru polar:
1 - **corpul;** 2- dispozitiv de **înregistrare;** *3*- **vernierul;** *4* - rotiţă de rulare; 5- şurubul de reglare fină; *6* - braţ **trasor;** 7 - arc de urmărire; *8* - braţul **polar;** *9*- greutate; *10* - ac; *U* - cap sferic,

c. *Măsuri* ***pregătitoare*** *operaţiunii de planimetrare.* Diagrama ce trebuie **planimetrată** se aşazâ pe o planşeta. Unghiul dintre braţul polar *8* şi braţul dispozitivului înregistrator 6, trebuie să fie de circa 90° la începutul planimetrării rotiţa de rulare *4* trebuie să ruleze.

Pentru a se obţine rezultate cât mai exacte, **cercul** de bază al planimetrului trebuie să împartă suprafaţa de **planimetrat** în două **părţi** aproximativ egale **(fig.8.43).** înainte de a începe **planimetrarea** se va fixa cu creionul un punct de începere a planimetrării (punctul A sau **A'** fig. 8.43), care se găseşte la intersecţia cercului de **bază,** cu conturul **suprafeţei** de planimetrat.

d *Alegerea scării de măsurare a* ***planimetrului.*** Numărul de rotaţii ale rolei *4*,**aparţinând** mecanismului de integrare, este proporţional cu valoarea suprafeţei conturului închis parcurs de vârful de urmărire.

Relaţia între numărul de rotaţii al rolei *4* şi aria suprafeţei este: $A \quad 2rln \quad K_n$;
în care *r* este raza rolei de sprijin; / - lungimea braţului trasor; ***n*** - numărul de rotaţii al rolei de sprijin.

Se observă că aria este proporţională cu raza *r* şi lungimea /. Raza rolei este **constantă,** în timp ce lungimea braţului trasor este variabilă. Cu ajutorul acestei lungimi pot fi stabilite scările de măsurare ale aparatului.

în trusa fiecărui **planimetru** se găseşte un tabel unde sunt redate, pentru scările cele mai uzuale, valorile respective ale poziţiei **vernierului.**

e. **Ordinea** operaţiilor în planimetrare:

- se alege valoarea poziţiei **vernieruluiîn** conformitate cu scara de măsură aleasă;
- se aşază **planimetrul** pe planşetă ţinând cont de indicaţiile menţionate antior;
- se va citi valoarea contorului înregistrator înainte de începerea planimetrării, N_i;
- se **planimetrează** odată conturul diagramei;
- se citeşte valoarea numărului **înregistrator** la sfârşitul de **planimetrare,**N_f;`
- se face diferenţa $D = N_f - N_i$;
- în cazul mai multor măsurători succesive, se va face media lor;
- aria planimetrată se determină înmulţind diferenţa medie dintre măsurători cu valoarea scării alese.

f. *Recomandări privind utilizarea* ***planimetrului.*****În** scopul obţinerii unor rezultate exacte în operaţia de planimetrare, este bine să se ţină cont de următoarele recomandări:

- hârtia cu diagrama indicată trebuie să fie aşezată şi fixată pe o planşetă netedă;
- rola de sprijin va rula pe o **suprafaţă** netedă pe toată lungimea traiectoriei sale;
- fixarea planimetrului se face astfel încât unghiul dintre braţul trasor şi braţul polar să fie de circa 90°;

- se va nota întotdeauna punctul de începere a măsurătorii pentru a reveni la sfârşitul planimetrării în acelaşi punct;
- deoarece vârful de urmărire nu poate fi menţinut strict pe conturul diagramelor, se va parcurge conturul de mai multe ori, valoarea ariei stabilindu-se ca medie a măsurătorilor prin împărţirea indicaţiilor conturului la numărul de treceri pe contur, compensându-se în acest fel erorile de urmărire a conturului;
- în cazul când vârful de urmărire este prevăzut cu vizor, conturul suprafeţei va fi menţinut strict în cadrul cercului de urmărire de pe vizor;
- mişcarea vârfului de urmărire va fi lină, fără zmucituri, devieri şi se face într-un singur sens, fără întoarceri;

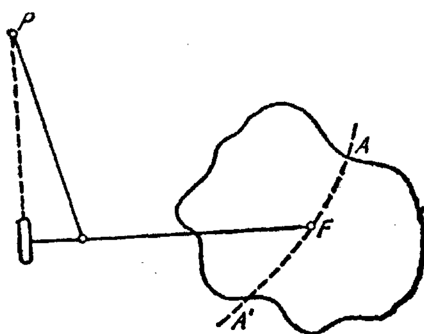


Fig. 8.43. Modul de poziţionare al planimetrului faţă de diagramă

- se va alege ca sens de planimetrare acela care duce la înregistrări pozitive pe contur (de regulă de la dreapta la stânga); în prealabil se recomandă aducerea contorului la valoarea zero; dacă acest lucru nu este posibil se va nota indicaţia iniţială pentru a fi scăzută din indicaţia finală a contorului;
- în cazul când există dubii privind scara de măsurare aceasta poate fi stabilită prin măsurarea unei suprafeţe cunoscute, fie cu ajutorul cercului etalon existent în trusa aparatului, fie prin construirea unei suprafeţe cunoscute (de exemplu pătrat) cu aria apropiată de aria ce urmează a fi determinată. Scara se stabileşte în acest caz, împărţind indicaţia contorului la valoarea ariei cunoscute.

8.10.6. Determinarea puterii indicate

Calculul presiunii medii indicate, serveşte la determinarea puterii indicate P_i a motorului, sau a cilindrului.

Relaţia de calcul a P_i, este:

$$P_i = \frac{\pi D^2 S \cdot n \cdot p_{mi} \cdot i}{4 \cdot 60 \cdot 75\tau} \qquad [CP],$$

în care: D - diametrul cilindrilor, în cm;

5 - cursa pistoanelor, în m;

p_{mi} - presiunea medie indicată, în daN/cm²;

i - numărul de cilindri ;

τ - este factorul de proporţionalitate în funcţie de timpii motorului şi are valoarea *l* pentru MAC în 2 timpi şi *2* pentru MAC în 4 timpi;

Comasând factorii constanţi, se obţine:

$$P_i \quad K p_{mi} n \qquad [CP],$$

unde $K = \frac{\pi D^2 S \cdot i}{4 \cdot 60 \cdot 75\tau}$ este constanta motorului.

8.11. Cauzele apariţiei şi modul de înlăturare a abaterii de la paralelismul manivelelor (APM) la motoarele navale

8.11.1. Generalităţi

Dimensiunile arborilor cotiţi ai motoarelor se **determină** prin calcule de rezistenţă considerând că lagărele de pat ale motorului sunt coaxiale; în practică pot apărea abateri de la coaxialitatea lagărelor de pat datorită erorilor de montaj, uzurii lagărelor, influenţei încărcăturii navei etc. Aceste abateri produc deformarea liniei axiale inducând eforturi suplimentare în arborele **cotit,** care se suprapun peste eforturile generate de funcţionarea motorului; în cazul când abaterile de la coaxialitatea lagărelor depăşesc anumite limite, eforturile adiţionale pot deveni atât de mari încât însumate cu eforturile ce se nascdatorită funcţionării motorului depăşesc valorile admisibile ceea ce provoacă ruperea arborelui cotit. De aceea atât firmele constructoare, cât şi registrele de clasificare acordă o mare atenţie menţinerii **coaxialităţii** lagărelor ca un element principal pentru o funcţionare corectă a motorului, ruperea arborelui cotit fiind cea mai gravă avarie posibilă.

Măsurarea abaterii de la coaxialitatea lagărelor se face prin **măsurarea** abaterii de la paralelismul manivelelor, la fiecare **cilindru,** atât în plan vertical cât şi orizontal. Măsurătorile se execută conform prevederilor R.N.R. anual. Abaterea de la paralelismul manivelelor *apm* este întâlnită în practică şi sub denumirile de: frângere, **coarbă, raschep, deflecţiune.** Abaterea de la paralelismul manivelelor reprezintă diferenţa dintre valorile distanţei între manivelele adiacente unui **cilindru,** măsurate în două poziţii diametral opuse. Abaterile de la paralelismul manivelelor măsurate în plan vertical se numesc *apm* verticale, iar cele măsurate în plan orizontal se numesc *apm* orizontale.

Prin convenţie, *apm* se consideră pozitive dacă distanţa între manivele, **cînd manetonul** se află în **PMI** sau babord, este mai mare decât distanţa dintre manivele, când manetonul se află PME sau **tribord. (fig.8.44).**

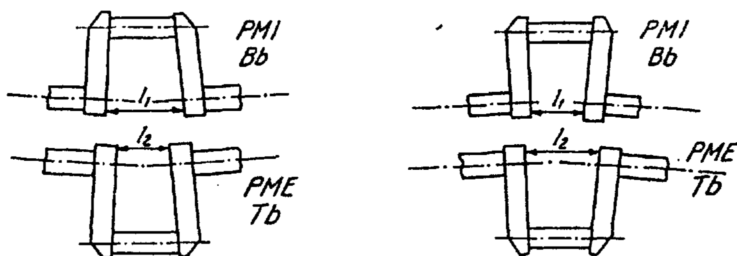


Fig. 8.44. Convenţia de semne pentru *apm*

8.11.2. Cauzele care conduc la apariţia APM

Arborele cotit al motorului poate fi considerat ca o grindă cu moment de inerţie variabil, sprijinită pe reazeme elastice constituite de lagărele de pat.

Forţele care acţionează asupra arborelui cotit în timpul funcţionării motorului sunt date de forţele datorită presiunii gazelor, greutatea proprie a arborelui cotit şi detaliilor fixate rigid de el, de greutatea ansamblului mobil şi de forţele care apar datorită impreciziei cuplării cu linia de axe. în afara acestor forţe permanente apar şi forţe suplimentare date de

deformările arborelui cotit ca urmare a impreciziei de prelucrare a lagărelor, impreciziei de montaj, construcției navei (care face ca **nava** goală să aibă o anumită încovoiere), încărcăturii navei, uzurii lagărelor și regimului termic al motorului (care fac ca blocul motor să se încovoaie în timpul funcționării motorului).

De regulă, în situațiile obișnuite, aceste forțe suplimentare sunt mici și constante, pentru un regim normal de funcționare a motorului, cu excepția celor date de uzura lagărelor. Având în vedere că ***apm*** se măsoară cu motorul **oprit,** rezultă că în principal ele sunt o măsură a uzurii lagărelor, celelalte **influiențe** având o importanță relativ scăzută. Deși acest lucru este valabil pentru majoritatea motoarelor este necesar a se cunoaște **și influiența** celorlalți factori asupra *apm.* Aceste **influiențe** se determină executând măsurători succesive, de exemplu cu nava încărcată și în balast, cu motorul la cald și la rece **etc.,** menținând constante celelalte condiții.

8.11.3. Măsurarea APM, valori admisibile

Valoarea *apm* se determină cu ajutorul unui comparator special montat între găurile **(chernerele)** de control existente pe **manivelă,** în patru poziții succesive ale fiecărei **coarbe** (0°, 90°, 270°) considerând începutul măsurătorii atunci **manetonul** se află în **PME.** în cazul când măsurătorile se execută cu pistonul montat (cazul cel mai des întâlnit în practică), măsurătorile cu manetonul în PME nu pot fi executate datorită **bielei.** în acest caz se execută două măsurători de o parte și de alta a piciorului bielei, astfel încât comparatorul să fie cât mai aproape de verticală. Prima măsurătoare (cea inițială) se execută în apropierea bielei montând comparatorul pe partea bielei corespunzătoare sensului de marș înainte al motorului. Acul (indicatorul) comparatorului se așază la valoarea O(zero) după care se rotește motorul în sensul de marș al motorului, **notându-se** indicațiile acului comparatorului atunci când manetonul se află la 90°, **180°,** 270° și din nou în apropierea verticalei (pe partea opusă sensului de marș) atât cât permite poziția bielei. Valorile obținute în apropierea piciorului bielei, de o parte și de alta a **acesteia,** trebuie să fie cât mai apropiate; dacă diferența lor depășește 0,01 mm se reia măsurătoarea.

Notând cu $_s$ valoarea medie a măsurătorilor verticale ($_s <$ 0,01 mm) și cu $_{Bb}$, $_J$, · „ valorile măsurate atunci când comparatorul se află în babord, PME și **tribord,** valoarea apm în plan orizontal și vertical va fi: $_v = j - {}_s$; $_0 = \cdot ; {}_{Bb}$

Valorile se introduc în formule cu semnele corespunzătoare stabilite în cursul măsurătorii, în funcție de deplasarea acului comparatorului față de poziția O (zero).

Valorile *apm* **detrminate** trebuie să se încadreze între anumite limite, atât la montaj cât și la exploatare, astfel încât eforturile suplimentare induse în arborele cotit să nu depășească anumite valori maxime. Aceste valori ale *apm* sunt indicate de regulă în cartea motorului; atunci când aceste valori nu sunt indicate se poate utiliza pentru determinarea *apm* admisibile, diagrama universală, prezentată în fig. 8.45.

în această diagramă sunt figurate trei drepte care împart domeniul diagramei în patru zone: I - valori admisibile la **montaj;** II - valori corecte în exploatare; **III** - valori admisibile în exploatare: IV - valori la care este necesară centrarea arborelui cotit (refacerea coaxialitații).

Aceste valori sunt date în **funcție** de cursa motorului, S. Diagrama este valabilă atunci când poziția **chernerelor** se află la distanța S+ (D/2) față de axa **manetonului,** respectiv la nivelul generatoarei inferioare a fusului lagărului de pat; dacă chernerele au altă poziție (fig.8.46) atunci valoarea *apm* măsurate se recalculează cu formula: $= {}_m \cdot \frac{}{x}$,

în care: - valoarea recalculată a *apm*;

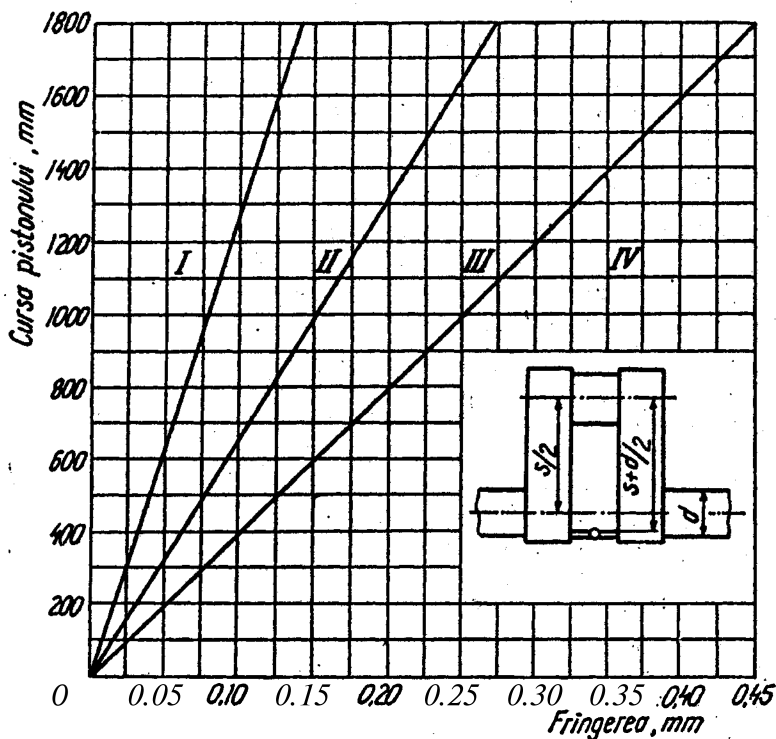


Fig. 8.45. Diagrama universală pentru *apm* admisibile

₁ - valoarea măsurată a *apm*;
y = S+ (D/2) - valoarea standard a distanței de măsurare;
X - valoarea distantei față de axa manetonului la care a fost executată măsurătoarea.

Cunoscând cursa motorului se trasează în diagramă o dreaptă orizontală la distanța S, față de abscisă; la intersecția acestei drepte cu dreptele care delimitează domeniile apm se determină valoarea admisibilă la montaj ($_{am}$), valoarea corectă în exploatare ($_{ce}$) și valoarea admisibilă în exploatare (J pentru motorul respectiv.Aceste valori se compară cu valoarea *apm* maximă (în valoare absolută), măsurată la navă; în cazul când $_{ra}$ > $_{ae}$ este necesară recentrarea arborelui cotit.

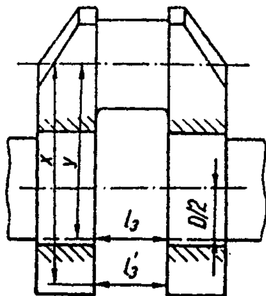


Fig. 8.46. Măsurarea frângerii la un arbore cotit cu contra-greutăți.

Ținând cont de cauzele care conduc la apariția *apm* este necesar să se ia în considerare cazul cel mai nefavorabil. Aceasta înseamnă că *apm* vor trebui măsurate cu nava încărcată, cu linia de axe și ansamblul mobil cuplate și imediat după oprirea motorului.

Această ultimă condiție este deosebit de importantă deoarece deformațiile arborelui cotit cauzate de deformarea termică a blocului motor pot depăși valorile *apm* datorate altor influiențe. Măsurarea *apm* la rece nu este semnificativă deoarece valorile normale ale *apm* trebuie asigurate în timpul funcționării motorului și nu în staționare. Se recomandă în acest caz ca după oprirea

motorului să se execute circulația de ulei timp de 2 ÷ 3 minute, apoi se desfac capacele de la carter, se ventilează carterul, timp de 4 ÷ 5 minute, după care se execută măsurătoarea; chiar dacă măsurătoarea se execută în condiții mai dificile ea este singura în măsură să dea o imagine exactă a *apm* reale.

8.11.4. Metoda grafo-analitică de construire a axei deformate a arborelui cotit

Existența *apm* măsurate în exploatare permite aprecierea calitativă a caracterului **deformației** arborelui cotit și a uzurii lagărelor. Pentru a avea o apreciere cantitativă este necesară construirea grafică a axei deformate a arborelui cotit.

Aceasta permite determinarea directă a lagărelor celor mai uzate precum și grosimea stratului de aliaj **antifricțiune** care trebuie îndepărtat sau cu care trebuie încărcați cuzineții pentru a se asigura **recentrarea** arborelui, **evitându-se** în acest fel aprecierile empirice care conduc la un important timp de staționare în reparații și la un consum mare de manoperă și materiale. Pentru construirea axei deformate a arborelui cotit se va înlocui axa deformată a arborelui cotit cu o linie curbă construită pe baza rotirii **coarbei** în secțiunea mediană a fiecărui cilindru. Această rotire **poate** fi determinată prin **distanța** *f* **măsurată** în dreptul axei cilindrului următor între axa fusului de pat anterior și punctul de intersecție dintre axa fusului de pat posterior și axa cilindrului următor, adiacent cilindrului la care se execută rotirea

fig.8.47: $$f = \frac{L}{2 \cdot R} \cdot \quad = K \text{ „}$$

în care: / este măsura rotirii axei la mijlocul manivelei considerate;

R - distanța de la axa **manetonului** la locul de măsurare al *apm*;

L - distanța dintre cei doi cilindrii adiacenți;

K = L/(2R) - coeficient constant care depinde de caracteristicile motorului (L,R);

- valoarea *apm* măsurată la cilindrul respectiv.

Construcția se poate executa atât în plan vertical cât și în plan orizontal în funcție de necesitățile de **recentrare** a arborelui cotit. De regulă necesitățile **recentrare** sunt în plan vertical datorită uzurii mai accentuate a cuzineților în acest plan.

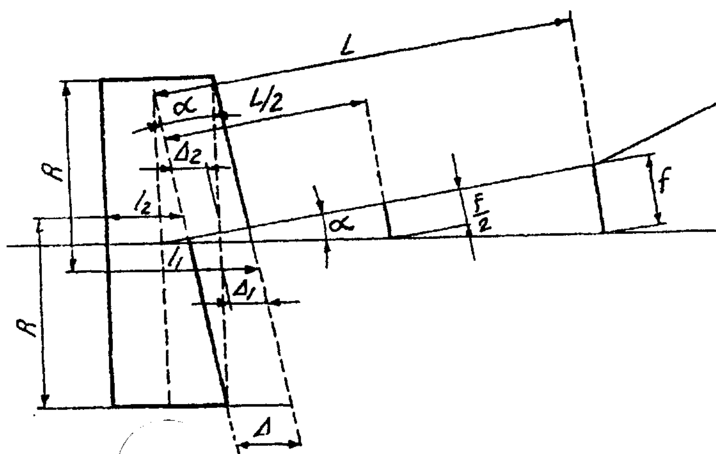


Fig. 8.47. Metodă grafică de construire a axei deformate a arborelui cotit

Construcția practică se realizează astfel:
- se calculează valorile f și se alege o scară convențională de reprezentare a acestora, w;
- se alege o scară convenabilă de reprezentare pentru distanța dintre cilindrii, L;
- se consideră mijlocul primei coarbe, fix;
- se ia în compas, la scara distanțelor dintre cilindrii valoarea L și se trasează un arc de cerc în sus sau în jos față de o linie de referință, de regulă orizontală, funcție de semnul lui / (dacă *apm* deci și f este pozitivă arcul se trasează în sus) ;
- se ia în compas distanța / la scara aleasă și se subîntinde arcului trasat anterior, segmentul f;
- prin punctul astfel obținut și centrul coarbei se trasează o linie dreaptă care va fi axa fusului de pat următor și noua linie de referință față de care se continuă construcția până la ultima coarbă.

Poziția lagărelor de pat se determină pe fiecare segment la distanța L/2 față de axele cilindrilor;
- se unesc punctele care marchează centrele lagărelor de pat cu o linie continuă obținându-se axa deformată a arborelui cotit;
- se trasează dreapta care unește centrul ultimului lagăr de pat cu centrul primului lagăr de pat obținându-se axa teoretică a arborelui cotit, față de care se va executa recentrarea acestuia;
- se măsoară distanțele de la centrele lagărelor de pat până la axa teoretică;
- se determină distanțele reale ale deplasărilor lagărelor prin împărțirea distanțelor măsurate anterior, la scara de reprezentare a *apm, m.* Aceste valori reprezintă grosimea stratului de aliaj - antifricțiune cu care vor trebui încărcați cuzineții pentru asigurarea recentrării arborelui cotit. în cazul când recentrarea arborelui cotit se execută prin îndepărtarea de aliaj antifricțiune, noua axă de referință va fi o dreaptă paralelă cu axa teoretică trasată anterior, dar care trece prin centrul lagărului de pat cel mai depărtat de axa teoretică care unește centrele primului șiultimului lagăr de pat. Distanțele și deci grosimile stratului de aliaj antifricțiune care trebuie îndepărtat se determină în același mod ca la încărcarea cuzineților.

8.11.5. Particularități ale centrării arborelui cotit

a. în paragraful precedent, dreptele limită au fost trasate astfel încât stratul de aliaj antifricțiune prelucrat să fie minim, neglijându-se abaterea de la perpendicularitate a axei arborelui cotit față de axele cilindrilor, a cărei valoare limită este de 0,05 mm/m la montaj și de 0,15 mm/m în exploatare.

Abaterea de la perpendicularitate se măsoară cu ajutorul calibrului potcoavă (fig.8.48), prin măsurarea căderilor la primul și ultimul lagăr de pat. Abaterea de la perpendicularitate va fi:

$$p = \frac{m_1 - m_n}{L_{1n}},$$

unde: m_1, m_n sunt căderile arborelui cotit la lagărele extreme;
L_1 este distanța dintre lagărele extreme.

Dacă valoarea astfel determinată depășește limitele admisibile, este necesară recentrarea arborelui cotit având în vedere și readucerea acestei abateri în limite admisibile.

Practic, având desenată axa deformată a arborelui cotit, se ridică din punctele care reprezintă centrele lagărelor extreme perpendiculare pe axa teoretică inițială (care unește aceste două puncte), apoi se măsoară pe aceste drepte la scară aleasă pentru *apm,* segmentele

m_1,m și se trasează noua axă teoretică a arborelui cotit față de care se va executa **recentrarea** acestuia.

Conform prescripțiilor R.N.R. măsurarea căderilor se execută la fiecare inspecție de **reclasificare** (din 4 în 4 ani);

b. La motoarele navale la care arborele cotit este confecționat din două tronsoane sau care au mecanismul de distribuție la mijlocul motorului, axa deformată se va construi ținând cont de distanța efectivă dintre axele cilindrilor adiacenți mecanismului de distribuție, care este mai mare decât la ceilalți cilindri și care se va reprezenta corespunzător la scara aleasă pentru distanțele dintre cilindri.

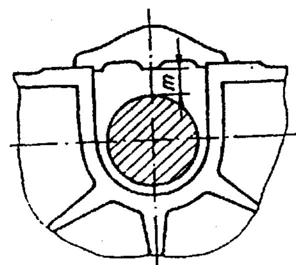


Fig. 8.48. Măsurarea căderii arborelui cotit

c. Dacă în decursul exploatării motorului se constată o anumită tendință de uzură a lagărelor motorului (mai accentuată în lagărele extreme sau la lagărele centrale) se poate mări durata de funcționare a motorului între două recentrări, prin centrarea liniei axiale față de o curbă ce reprezintă o linie axială deformată în partea opusă curburii liniei axiale care apare în exploatarea motorului.

Linia axială față de care se execută recentrarea se construiește considerând pentru *apm* ale acestei axe, media valorii între *apm* admisibile la montaj și cele admisibile în exploatare.

d. în vederea reducerii consumului de **manoperă**, timp și materiale, centrarea liniei axiale se va efectua numai pentru lagărele cele mai îndepărtate de linia de referință (circa 1/3 din numărul total de lagăre); această măsură **asigură**, de regulă, valori admisibile pentru *apm* deoarece deplasarea unui lagăr influențează cel puțin 2 **coarbe** adiacente;

e. Centrarea bazată pe metoda **grafo-analitică** de reprezentare a axei deformate a arborelui cotit poate fi aplicată și cuzineților al căror strat **antifricțiune** nu poate fi îndepărtat sau încărcat (cuzineți cu strat de **iridiu** etc.) prin înlocuirea cuzineților cu deplasările cele mai mari față de referință, care va fi în acest caz, axa care trece prin lagărele extreme. Se evită astfel înlocuirea **arbritară** a unor cuzineți, reducerea timpului de înlocuire cât și a numărului de cuzineți înlocuiți. Se începe cu **cuzinetul** cu deplasarea cea mai mare, după fiecare înlocuire de **cuzinet efectuându-se** noi măsurători ale *apm* , până la atingerea valorilor admisibile. La centrarea liniei axiale a motoarelor dotate cu **asfel** de cuzineți se va ține o evidență precisă a numărului de ore de funcționare al acestora pentru a nu se depăși numărul de ore **funcționae** prescris de firma constructoare, **cuzineții** se vor înlocui chiar dacă *apm* au valori admisibile.

f. La centrarea arborelui cotit prin îndepărtarea stratului de material antifricțiune se va ține seama de valoarea jocurilor de **ungere.** în cazul când prin îndepărtarea stratului antifricțiune se depășesc jocurile admisibile de ungere, se va executa centrarea prin încărcarea cuzineților.

8.12. Măsurători efectuate la motoare (cămăși, pistoane, segmenți, arbori)

8.12.1 Generalități

Funcționarea corectă a unui motor este condiționată de starea pieselor componente și de menținerea anumitor relații dimensionale între **acestea.** în cursul funcționării apar uzuri în ansamblurile sau piesele motorului care au o mișcare **relativă,** uzuri care nu pot depăși anumite limite, fără a influența negativ asupra funcționării motorului, consumului de combustibil, ulei, precum și asupra puterii efective.

De regulă fiecare firmă constructoare indică în cartea tehnică Urnitele de uzuri și jocurile admisibile care corespund normelor generale stabilite în practică.

Deoarece de foarte multe ori aceste date lipsesc sau sunt greu accesibile, în special la navele vechi care nu au o documentație **completă,** au fost stabilite O serie de norme generale care pot fi folosite în aceste cazuri, cu bune rezultate în practică.

8.12.2. Jocurile și uzurile pieselor componente ale ansamblului mobil și ale cămășilor

în tabelele 8.8 - 8.28 sunt prezentate jocurile și uzurile pieselor componente ale ansamblului mobil și ale cămășilor pentru motoarele navale.
Acestea sunt date funcție de diametrul nominal al cilindrului, tipul motorului, turația acestuia, construcția și materialul de execuție al pistonului, diametrul fusurilor arborelui cotit etc.

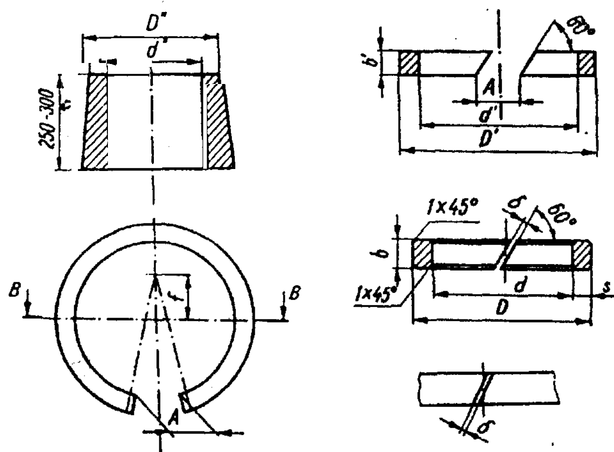


Fig. 8. 48. Segmenți de piston

Tabelul 8.8. **Dimensiunile principale ale segmenților de piston pentru motoare**

Denumirea		Relații de calcul
Diametrul exterior al segmentului	(D)	**Egal** cu diametrul cilindrului
Diametrul interior al segmentului	(d)	d D-2S;
înălțimea segmentului	(b)	b (0,6÷1,0) S
Grosimea radială	(s)	
Distanța dintre vârful unghiului sub care se face deschiderea și centrul segmentului	(f)	$S=\frac{D-d}{2}$; $S=\left(\frac{1}{30}\div\frac{1}{35}\right)D$;
Mărimea deschiderii	(A)	f = 0,2 SD
Diametrul exterior al segmentului după prima prelucrare	(D)	A = 3,7; S (0,10÷0,12) D; Dr = D + (0,42A) D + (1,5S); pentru D< 600 mm;
Diametrul interior al segmentului după prima prelucrare	(d)	D' D + (0,38 A) D + (1,4 S); pentru D > 600 mm;
înălțimea segmentului înainte de șlefuire	(b')	d' d (0,15A) d + (0,55S);
Diametrul exterior al tamburului	(D")	b' = b + 2a' unde J (0,20÷0,3) mm și se alege în funcție de diametrul tamburului;
Diametrul interior al tamburului	(d")	D D'+ 2 a, unde a = (3 ÷7) mm și se alege în funcție de diametrul tamburului;
Jocul termic în deschidere	(s)	d" = d' - 2 a, unde a (3÷7) mm; s = (0,0015 ± 0,003)D s (0,004 D) - pentru compresoare

Observație. Duritatea segmentului de piston trebuie să fie între 210- 240 **unități BRINELL**

în scopul facilitării determinării jocurilor și uzurii motoarelor navale, în cazul **cînd** piesele ansamblului mobil au **dimensiuni** în afara limitelor prevăzute în tabele, sunt prezentate o serie de relații empirice ce pot fi folosite pentru **determinarea** jocurilor de montaj și a uzurilor admisibile (v. tabelul 8.9).

Tabelul 8.9. **Relațiile empirice folosite pentru determinarea jocurilor de montaj și a uzurilor limită admisibile la piesele ce compun un motor cu ardere internă**

1. *Grupa detaliilor arborelui cotit*

Jocurile cuzineților de pat și de bielă ale arborelui cotit:

- jocul de montaj: $S_{mont} = 0{,}0005\,d + 0{,}05$ mm;
- **jocul-limită:** $S_{lim} = 0{,}001\,d + 0{,}10$ mm;

***Ovalitatea-limită** a fusurilor arborelui cotit:*

$$E_{lim}\ S_{1} - S_{mont} = 0{,}0005\,d + 0{,}05\ \text{mm}$$

Micșorarea-limită a diametrului fusurilor arborelui cotit:

$$d_{max} = 5d/100,$$

d fiind diametrul fusului arborelui cotit la 1000 ore funcționare;
- fusurile de bielă: $U_{bielă} = 0{,}09$ mm;

- **fusurile** de pat: U_{pat} **0,06** mm;

2. *Grupa detaliilor **cilindru-piston**:*

*Jocurile în partea de **ghidare** a **pistonului**:*
- **jocul** de **montaj:** $S_{mont} = 0{,}001\ D_c$ [mm];

D_{cil} fiind diametrul **cilindrului:**
-jocul-limită $S'_{lim} = 3\ S_{mont} = 0{,}003\ D_{cil}$ [mm].

*Jocurile la capătulpistonului la marginea **superioară** a canalului segmentului:*
- **jocul** de montaj $S_{mont} = 0{,}0075\ D_{cil}$ [mm];
- jocul-limită S_{lim} (0,0175 : 0,015) D_{cil} [mm].

(respectiv pentru diametrul **cilindrului** D_{cil} 100 f **550** mm)

în afară de **aceasta,** pentru determinarea lui S_{lim} se poate **utiliza** formula empirică aproximativă:

$$S''_{lim} = 0{,}028\ D_{cil}\ 0{,}9.$$

*Jocul de montaj **la segmenții** pistonului **motorului,** pe **înălțimi,** se determină cu formula:*

$$S_{mont} = kb$$

- pentru motoarele în patru timpi *k* este de **0,01** la primii doi **segmenți** superiori și de 0,0075 la cei inferiori;
- pentru motoarele **în** doi timpi K **este** de 0,015 pentru primii doi segmenți superiori și de 0,01 pentru segmenți inferiori; *b* este **înălțimea** segmentului, mm.

*Jocul-limită în canale de **înălțimea** segmentului:*

$$S_{lim} = 2\ S_{mont}$$

Uzura relativă a bucșelor de cilindri la 1000 ore defuncționare a motorului diesel:

$$U_{cil} = 0{,}15\ \text{mm}$$

*Jocurile în **cuzinetul** capului de cruce:*
- jocul de montaj: $S'_{mont} = 0{,}0005\ d + 0{,}03$ mm ;
- jocul-limită: $S_{lim} = S'_{mont} = 0{,}001\ d + 0{,}06$ mm.

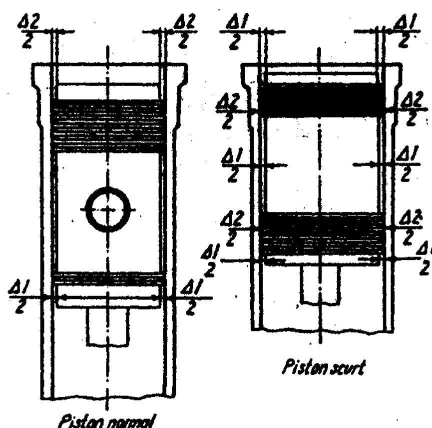


Fig. 8.49
Schema de măsura a jocurilor dintre piston și cilindru

Tabelul 8. 10. **Jocurile diametrale de montaj între piston și cilindru**

Diametrul cilindrului, mm	Jocul între capul pistonului și cilindru, D_2, fth)	Jocul între fusta pistonului și cilindru (motoare) , 777			
		Cu simplu efect în 4 timpi		Cu dublu efect	Motor în 2 timpi
		Cu fusta sau piston normal jos $_1$	Cu piston scurt		
la 100	0,7	0,12	-	0,54	0,20
01 - 150	0,9	0,16	-	0,60	0,24
151 - 200	U	0,20	-	0,64	0,34
201 - 250	1,5	0,24	0,28	0,70	0,36
251 - 300	1,8	0,30	0,36	0,76	0,40
301 - 350	2,2	0,36	0,42	0,80	0,45
351 - 400	2,5	0,40	0,48	0,84	0,50
401 - 450	2,8	0,44	0,52	0,86	0,55
451 - 500	3,2	0,50	0,60	0,90	0,65
501 - 550	3,5	0,54	0,64	0,92	0,70
551 - 600	3,8	0,60	0,72	0,96	0,75
601 - 650	4,0	0,65	0,8	0,80	0,80
651 - 700	4,2	0,70	0,84	1,00	0,85
701 - 750	4,4	0,76	0,92	1,00	0,90

Observații: 1. Jocul între piston și cilindru la fusta pentru pistoane de aluminiu se înmulțește cu 2,5.
2. Se vor avea în vedere indicațiile firmelor constructoare de motoare.
3. $_2 \pm 0,1$ $_2$ toleranță la jocul de montaj $_1 + 0,15$ $_1$toleranță la jocul de montaj.

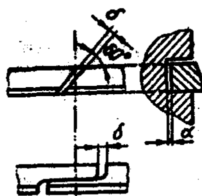


Fig. 8.50
Schemă pentru măsurarea jocurilor și fantei segmenților

Tabelul 8.11. **Jocurile de montaj ale deschiderilor pentru segmentii de piston ai MAC și pentru pistoane de compresoare**

Dimensiunea nominală a segmentului D, mm	**Jocul** α mm	Jocurile termice m deschidere δ la montaj, mm		
		Compresoare	Motoare în 4 timpi	Motoare în 2 timpi
Până la 50	0,50	0,20	0,25	0,30
51 - 75		0,30	0,40	0,45
76 - **100**		0,40	0,50	0,60
101 - **125**	0,75	0,52	0,60	0,75
126 - **150**		0,60	0,75	0,80
151 - 200		0,80	1,00	1,20
201 - 250	1,00	1,00	1,25	1,50
251 - 300		1,20	1,50	1,80
301 - 350		1,40	1,75	2,10
351 - 400		1,60	2,00	2,40
401 - 450		1,80	2,25	2,70
451 -500		2,00	2,50	3,00
501 - 550		2,20	2,75	3,30
551 - 600		2,40	3,00	3,60
601 - 650		2,60	3,25	3,90
651 - 700		2,80	3,50	4,20
701 - 750		3,00	3,75	4,50
751 - 800		3,20	4,00	4,60
801 - 850		3,40	4,25	5,10
851 - 900		3,60	4,50	5,40

Observații. Mărimea d, a celor 2 **segmenți** de sus trebuie să fie mai mare decât cea din tabel cu 0,2 mm. Toleranța pentru mărimea d = ± 0,05 mm.

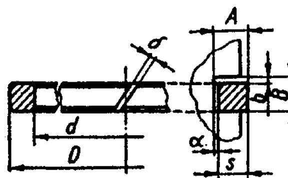
Tabelul 8.12. Jocurile de montaj în canal, mm, ale segmenților (**motoare**)

Diametrul nominal al segmentului mm	**Jocul termic m deschidere, α**	
	De montaj	
	Pentru cele două canale de sus	**Pentru restul canalelor**
Până la ... 100	**0,06 - 0,09**	**0,03 - 0,06**
101 - 200	0,08 - 0,11	**0,05 - 0,08**
201 - 400	0,10 - 0,14	**0,06 - 0,10**
401 - 700	**0,12 - 0,16**	0,07 - 0,12
701 - 1000	**0,14-0,18**	0,09 - 0,14

Observații. 1. înălțimea nominală a canalului B = b + A.
2. Adâncimea nominală a canalului S A ± α.

3. Mărimea d a celor 2 **segmenţi** de sus trebuie să fie mai mare decât cea din tabela cu **0,2 mm.**
4. Mărirea jocului A, pentru cei doi segmenţi de sus trebuie să se facă numai în contul **înălţimii** canalului B. **Înălţimea** tuturor **segmenţilor** b trebuie să fie egală în limitele toleranţelor.

Fig. 8.51. Schema de măsurare a jocurilor de montaj dintre segment şi canalul port-segment



Tabelul 8.13 **Jocul de montaj pentru ungere şi jocul - limită admisibil la cuzineţi de bielă de la motoarele cu şi fără cap de cruce.**

Diametrul fusului mm	Jocul de montaj, mm, pentru ungere		Jocul limită admisibil, mm	
	cu cap de cruce	fără cap de cruce	cu cap de cruce	fără cap de cruce
Până la 50	0,04 - 0,06	0,03 - 0,05	0,15	0,18
51 - 75	0,05 - 0,07	0,04 - 0,06	0,20	0,25
76 - 100	0,06 - 0,10	0,05 - 0,09	0,25	0,25
101 - 125	0,08 - 0,13	0,07 - 0,12	0,25	0,30
126 - 150	0,10 - 0,15	0,09 - 0,14	0,25	0,30
151 - 175	0,12 - 0,17	0,10 - 0,16	0,30	0,35
176 - 200	0,13 - 0,18	0,11 - 0,17	0,30	0,35
201 - 225	0,15 - 0,20	0,13 - 0,19	0,30	0,35
226 - 250	0,17 - 0,23	0,15 - 0,21	0,30	0,35
251 - 275	0,19 - 0,25	0,17 - 0,24	0,40	0,40
276 - 300	0,20 - 0,28	0,19 - 0,26	0,40	0,40

Tabelul 8.14. **Jocurile termice de montaj în canalele segmenţilor pistonului**

Înălţimea nominală a segmentului **b,** mm	Jocurile în canalul pistonului pentru segmenţi	
	Primii doi **superiori,** mm	Inferiori, mm
Până la 4	0,05 - 0,08	0,02 - 0,05
4 - 6	0,06 - 0,09	0,03 - 0,06
6 - 8	0,08 - 0,12	0,04 - 0,08
8 - 10	0,09 - 0,13	0,05 - 0,09
10 - 12	0,10 - 0,14	0,06 - 0,11
12 - 14	0,11 -0,16	0,07 - 0,12
14 - 16	0,12 - 0,17	0,08 - 0,13

Observaţii. **1.** înălţimea canalului se stabileşte după dimensionarea b +în limitele de abateri **aleajustajului**alunecător, în care b, este înălţimea segmentului.
2. Valorile pentru cei doi segmenţi superiori se măresc numai pe baza înălţimii **canalului. Înălţimea** tuturor segmenţilor trebuie să **fie**aceiaşi în limitele câmpului de toleranţă.
3. Pentru pistoanele de aluminiu, jocul se va mări.

Tabelul 8.15. **Jocul diametral la cuzineții de pat și de manivelă**

Diametrul **fusului,** mm	Jocul de montaj pentru **ungere,** mm	**Jocul-limită** admisibil, pentru motoarele cu turații de:	
		până la 150 **rot/min**	peste 150 **rot/min**
Până la 150	0,10-0,15	0,25	0,30
151 - 200	0,12 - 0,18	0,30	0,35
201 - 250	0,16-0,24	0,35	0,40
251 - 300	0,20 - 0,28	0,40	0,45
301 - 325	0,24 - 0,32	0,40	0,45
326 - 350	0,24 - 0,32	0,45	0,50
351 - 400	0,27 - 0,35	0,45	0,50
401 - 450	0,30 - 0,38	0,50	
451 - 500	0,33 - 0,42	0,55	

Tabelul 8.16. **Uzura maximă admisibilă a fusurilor de pat și de bielă ale arborelui cotit**

Diametrul **cilindrului**, mm	Fusurile de pat		Fusurile de bielă	
	Ovalitate ,mm	**Conicitate ,mm**	**Ovalitate,** mm	Conicita**te,mm**
Până la 150	0,15	0,15	0,16	0,16
151 - 175	0,16	0,16	0,18	0,18
176 - 200	0,18	0,18	0,20	0,20
201 - 225	0,20	0,20	0,22	0,22
226 - 250	0,22	0,22	0,24	0,24
251 - 275	0,24	0,24	0,26	0,26
276 - 300	0,26	0,26	0,28	0,28
301 - 325	0,28	0,28	0,30	0,30
326 - 350	0,30	0,30	0,32	0,32
351 - 375	0,32	0,32	0,34	0,34
376 - 400	0,34	0,34	0,36	0,36
401 - 425	0,36	0,36	0,38	0,38
426 - 450	0,38	0,38	0,40	0,40
451 - 500	0,40	0,40	0,40	0,40

Observații. 1. Măsurarea uzurii fusurilor se face în trei puncte: pe lungimea fusului, în plan orizontal și în plan vertical.
2. Pentru uzurile a căror mărime depășește valorile din tabel, este necesară rectificarea, șlefuirea sau calibrarea fusurilor.
3. Mărimea admisă a diametrului fusul se determină prin calcule.

Tabelul 8. 17. **Uzura maximă admisă la butonii arborelui cotit, mm**

Diametrul butonului, mm	**Butoni de pat**		**Butoni de manivelă**	
	Ovalitate	**Conicitate**	**Ovalitate**	**Conicitate**
1	2	3	4	5
Până la 150	**0,15**	**0,15**	**0,16**	**0,16**
151 - 175	**0,16**	**0,16**	**0,18**	**0,18**
176 - 200	**0,18**	**0,18**	**0,20**	**0,20**
201 - 225	**0,202**	**0,20**	**0,22**	**0,22**

Tabelul 8.17(continuare)

1	2	3	4	5
226 - 250	0,22	0,22	0,24	0,24
251 - 275	0,24	0,24	0,26	0,26
276 - 300	0,26	0,26	0,28	0,28
301 - 325	0,28	0,28	0,30	0,30
326 - 350	0,30	0,30	0,32	0,32
351 - 375	0,32	0,32	0,34	0,34
376 - 400	0,34	0,34	0,36	0,36
401 - 425	0,36	0,36	0,38	0,38
426 - 450	0,38	0,38	0,40	0,40
451 - 500	0,40	0,40	0,40	0,40

Observaţii. 1. Diametrul minim al butonului ca urmare a rectificării se determină prin calcul.
2. Măsurătorile se fac în trei secţiuni pe lungimea butonului în plan orizontal şi vertical.
3. La depăşirea acestor mărimi urmează să se facă rectificarea sau şlefuirea butonilor.

Tabelul 8.18. **Bătaia maximă a butonilor de pat, mm**

Nr. coturilor	Nr. lunetelor de susţinere	Bătaia maximă permisă -2 d, pentru diametrul butonului				
		până ia 80	81 - 180	181 - 260	261 - 360	361- 500
5	1 -2	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
6 - 10	3 - 5	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06
12 - 16	6 - 8	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08

Tabelul 8.19. **Ovalitatea şi conicitatea butonilor axului cotit, mm**

Butonii axului	Ovalitatea şi conicitatea Ia 100 mm lungime, la diametrul butonuui				
	Până la 80	81 - 180	181 - 260	261- 360	361 - 500
De pat	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04
De manivelă	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Tabelul 8.20. **Jocurile diametrale la cuzineţii de pat şi manivelă, la motoare**

Diametrul **butonilor,** mm	Jocul de **ungere,** la montaj, mm	Jocul maxim admisibil pentru **motoare,** mm	
		n 150	n 150
Până la ... 150	0,10 - 0,15	0,25	0,30
151 - 200	0,12 - 0,18	0,30	0,35
201 - 250	0,16 - 0,24	0,35	0,40
251 - 300	0,20 - 0,28	0,40	0,45
301 - 325	0,24 - 0,32	0,40	0,45
326 - 350	0,24 - 0,32	0,45	0,50
351 -400	0,27 - 0,35	0,45	0,50
401 - 450	0,30 - 0,38	0,50	-
451 - 500	0,33 - 0,42	0,50	-

Tabelul 8. 21. Uzurile **cămășilor de cilindru**

Diametrul cilindrului, mm	**Uzurile** maxime **admise** ale cămășilor de **cilindru** — Pentru n < 150: **Ovalitate,** mm	Pentru n < 150: Mărimea maximă a **diametrului,** mm	Pentru n = 150: **Ovalitate,** mm	Pentru n = 150: Mărimea **maximă** a diametrului, mm	Pentru n > 150: **Ovalitate** mm	Pentru n > 150: Mărimea maximă a diametrului, mm
Până la 100	0,25	1,00				
101 - 150	0,30	1,20				
151 - 200	0,35	1,50	0,30	1,60		
200 - 250	0,40	1,80	0,35	2,00	0,55	2,50
251 - 300	0,45	2,20	0,40	2,40	0,60	3,00
301 - 350	0,50	2,60	0,45	2,80	0,65	3,50
351 - 400	0,55	3,00	0,50	3,20	0,70	4,00
401 - 450			0,55	3,60	0,75	4,50
451 - 500			0,60	4,00	0,80	5,00
501 - 550					0,85	5,00
551 - 600					0,95	5,50
601 - 650					1,05	5,50
651 - 700					1,15	6,00
701 - 750					1,25	6,00
751 - 800					1,35	6,50
801 - 850					1,45	6,50
851 - 900					1,55	7,00

Observații: 1. Uzurile pistoanelor folosite în motoarele diesel sau în compresoare, respectiv ovalizarea și **conicitatea,** se pot determina cu ajutorul formulei:

$U_p = \frac{D}{1000} + 0{,}05$ mm în care D este diametrul pistonului, mm.

2. Rezultatul (U_p) se rotunjește, la un multiplu de 5 imediat superior.
3. **Ovalitatea** se obține prin diferența măsurătorilor făcute în același plan vertical, unul paralel cu arborele cotit și **altul perpendicular** pe el.
4. Conicitatea se obține prin diferența măsurătorilor, în același plan vertical **însă** în **poziții** diferite.

Tabelul 8.22. **Jocurile diametrelor de montaj dintre piston și cămașa cilindrului**

Diametrul cămășii cilindrului, mm	**Jocul dintre capul pistonului și diametrul cilindrului (pentru toate motoarele), mm**	**Jocul dintre partea inferioară a pistonului (fusta) și diametrul cilindrului (pentru toate motoarele) mm** — Motoare în patru timpi cu simplu efect: **Cu pistoane normale sau cu fuste**	Motoare în patru timpi cu simplu efect: **Cu pistoane scurte**	**Motoare cu dublu efect**	**Motoare în doi timpi**
1	2	3	4	5	6
până la 100	**0.7**	**0,12**	-	**0,54**	**0,20**
101 - 150	**0.9**	**0,16**	-	**0,60**	**0,24**
251 - 200	**1,2**	**0,20**	-	**0,64**	**0,30**
201 - 250	**1,5**	**0,24**	**0,28**	**0,70**	**0,36**
251 - 300	**1,8**	**0,30**	**0,36**	**0,76**	**0,40**
301 - 350	**2,2**	**0,36**	**0,42**	**0,80**	**0,45**
351 - 400	**2,5**	**0,40**	**0,48**	**0,84**	**0,50**
451 - 500	**2,8**	**0,44**	**0,52**	**0,86**	**0,55**

Tabelul **8.22(continuare)**

1	2	3	4	5	6
451 - 500	3,2	0,50	0,60	0,90	0,65
501 - 550	3,5	0,54	0,64	0,92	0,70
551 - 600	3,8	0,60	0,72	0,96	0,75
601 - 650	4,0	0,66	0,80	0,98	0,80
651 - 700	4,2	0,70	0,84	1,00	0,85
701 - 750	4,4	0,75	0,92	1,04	0,09
751 - 800	4,6	0,80	1,00	1,10	0,95
801 - 850	4,8	0,85	1,07	1,15	1,00
851 - 900	5,0	0,90	1,15	1,25	1,05

Observație: 1. În cazul folosirii pistoanelor de aluminiu cu fusta **netăiată**, jocurile din tabelul de **mai** sus se dublează.

2. **Micşorarea** admisă a grosimii pereților cămăşilor se determină prin calcul. Dacă diametrul cămăşilor se va mări cu 0,5% față de mărimea inițială, se va efectua **presarea cămăşilor.**

Tabelul 8.23. **Uzurile diametrelor pistoanelor**

Diametrul **pistonului,** mm	Uzura maximă: **Ovalitate,** mm	Uzura maximă: **Conicitate,** mm	Diametrul **pistonului,** mm	Uzura maximă: **Ovalitate,** mm	Uzura maximă: Conicitate, mm
Până la 50	0,15	0,15	451 - 500	0,55	0,55
51 - 125	0,20	0,20	501 - 550	0,60	0,60
126 - 200	0,25	0,25	551 - 600	0,65	0,65
201 - 250	0,30	0,30	601 - 650	0,70	0,70
251 - 300	0,35	0,35	651 - 700	0,75	0,75
301 - 350	0,40	0,40	701 - 750	0,80	0,80
351 - 400	0,45	0,45	751 - 800	0,85	0,85
401 - 450	0,50	0,50	801 - 850	0,90	0,90
			851 - 900	0,95	0,95

Observație. Uzurile motoarelor diesel cu cap de cruce se admit cu 50% mai mari decât cele indicate în acest tabel.

Tabelul 8.24. **Jocul de montaj dintre piston și diametrul interior al segmentului și jocul de montaj în capul segmentului**

Diametrul nominal al segmentului, mm	**Jocul dintre piston și diametrul interior al segmentului, mm**	**Jocul de montaj în capul fantei, pentru: Compresoare si pompe de baleiaj, mm**	**Motoare în patru timpi, mm**	**Motoare m doi timpi, mm**
1	2	3	4	5
Până la 50		**0,2**	**0,25**	**0,30**
51 - 75	**0,5**	**0,3**	**0,40**	**0,45**
76 - 100		**0,4**	0,50	**0,60**
101 - 125		**0,5**	0,60	**0,75**
126 - 150	**0,75**	**0,6**	**0,75**	**0,90**
151 - 200		**0,8**	**1,00**	**1,20**
201 - 250	**1,00**	**1,0**	**1,25**	**1,50**
251 - 300		**1,2**	1,50	**1,80**
301 - 350		**1,4**	**1,75**	**2,10**

Tabelul ***8.24(continuare)***

1	2	3	4	5
351 - 400		1,6	2,00	2,40
401 - 450		1,8	2,25	2,70
451 - 500		2,0	2,50	3,00
501 - 550		2,2	2,75	**3,30**
551 - 600		2,4	3,00	3,60
601 - 650		2,6	3,25	3,90
651 - 700	1,00	2,8	3,50	4,20
701 - 750		3,0	3,75	4,50
751 - 800		3,2	4,00	4,80
801 - 850		3,4	4,25	5,10
851 - 900		3,6	4,50	5,40

Observaţii. 1. *Jocul* fantei segmentului , de **regulă,** se stabileşte în **funcţie** de **mărimea** 0; pentru **compresoare** = 0,004 0, iar pentru motoare diesel (0,005 - 0,0075) 0.

2. Toleranţele la valoarea lui , pentru **segmenţii** cu diametrul: - până la 200 ram; +0,20 mm; - între 200 şi **400mm;** + 0,25 mm; - între 400 şi 600 mm; + 0,30 mm; - peste 600 mm; + **0,40mm.**

3. Mărimea lui , pentru cei doi **segmenţi** superiori ai pistonului, se realizează cu 0,2 mm mai mare decât în tabel, iar pentru segmenţii de ungere **(radere)** se ia egală cu 0,7 mm mai mare decât valoarea din tabel.

4. Pentru β = 45° valoarea = 0,70 mm pentru β 60 °, 0,86 **(** β este unghiul sub care se taie fanta **segmentului)** .

Tabelul ***8.25.*** **Uzura maximă admisibilă a cilindrului de lucru al pompei de baleiaj**

Diametrul **cilindrului,** mm	Cilindru			Piston	
	Ovali**tate,** mm	Conici**tate,** mm	Mărimea **maxi-**mă admisibilă a diametrului, mm	**Ovalitate,** mm	Conici**tate,** mm
Până 1 500	1,20	0,50	2,5	0,40	0,40
501 - 550	1,30	0,60	3,0	0,60	0,60
551 - 600	1,40	0,70	3,5	0,65	0,65
601 - 650	1,50	0,75	4,0	0,70	0,70
651 - 700	1,60	0,80	4,5	0,75	0,75
701 - 750	1,70	0,85	5,0	0,85	0,85
751 - 800	1,80	0,90	5,5	0,85	0,85
801 - 850	1,90	0,95	6,0	0,90	0,90
851 - 900	2,00	1,00	6,5	0,95	0,95
901 - 950	2,20	1,10	7,0	1,00	1,00
951 - 1000	2,40	1,20	7,0	1,05	1,05
1001 - **1050**	2,60	1,30	7,5	1,10	1,10
1051 - **1100**	2,00	1,40	7,5	1,15	1,15
1101 - 1150	3,00	1,50	8,0	1,20	1,20
1151 - 1200	3,20	1,60	8,0	1,25	1,25

Tabelul 8.26. Jocurile dintre **canalele** pistonului și **segmenții** acestuia

Înălțimea segmentului de **piston,** mm	Jocul de montaj la **primul** și ai doilea **segment** de sus			Jocul de montaj la restul **segmenților**	
	Piston de fontă		Piston de aliaj de **aluminiu,** mm	Piston de fontă la motorul în patru timpi, **mm**	Piston din aliaj de aluminiu și piston de fontă **la** motorul în doi timpi, mm
	Motor în patru timpi, mm	Motor în doi timpi, mm			
De la 2 la 3	0,03 - 0,07	0,05 - 0,09	0,08 - 0,12	0,02 - 0,06	0,04 - 0,08
De la 3 la 4	0,04 - 0,08	0,06 - 0,10	0,08 - 0,12	0,03 - 0,07	0,04 - 0,08
De la 4 la 5	0,05 - 0,09	**0,07 - 0,11**	**0,10 - 0,14**	0,04-- 0,08	0,05 - 0,09
De la 5 la 6	0,05 - 0,10	**0,09 - 0,13**	**0,12 - 0,16**	0,04 - 0,08	**0,06 - 0,10**
De la 6 la 7	**0,07 - 0,13**	0,10 - 0,16	**0,14 - 0,20**	**0,05 - 0,11**	0,07 - 0,13
De la 7 la 8	**0,08 - 0,14**	**0,12 - 0,18**	0,16 - 0,22	**0,06 - 0,12**	0,08 - 0,14
De la 8 la 9	0,09-0,15	**0,14 - 0,20**	-	0,07 - 0,13	**0,09 - 0,15**
De la 9 la 10	**0,10 - 0,16**	0,15 - 0,21	-	0,07 - 0,13	0,10-0,16

Tabelul ***8.26(contnuare)***

înălțimea segmentului de pston, mm	**Jocul limită**		
	Piston de fontă		**Piston din aliaj de aluminiu, mm**
	Motor în patru timpi, mm	**Motor în doi timpi, mm**	
De la 2 la 3	**0,20**	**0,20**	**0,20**
De la 3 la 4	**0,20**	**0,20**	**0,20**
De la 4 la 5	**0,20**	**0,20**	**0,25**
De la 5 la 6	**0,20**	**0,25**	**0,30**
De la 6 la 7	**0,20**	**0,25**	**0,35**
De la 7 la 8	**0,20**	**0,30**	**0,40**
De la 8 la 9	**0,25**	**0,35**	**-**
De la 9 la 10	**0,25**	**0,40**	**-**

Tabelul 8.27. **Uzura maximă a tijelor de pistoane de la motorul diesel, compresoare și pompe de baleiaj**

Diametrul tijei pistonului, mm	**Ovalitatea, mm**	**Diferența dintre diametrele măsu-rate pe lungimea tijei, mm**	**Diametrul tijei pistonului, mm**	**Ovalitatea , mm**	**Diferența dintre diametrele măsu-rate pe lungimea tijei, mm**
Până la 50	**0,10**	**0,10**	**176 - 200**	**0,25**	**0,40**
51 - 75	**0,15**	**0,15**	**201 - 225**	**0,25**	**0,50**
76 - 100	**0,15**	**0,20**	**226 - 250**	**0,30**	**0,55**
101 - 125	**0,20**	**0,25**	**251 - 275**	**0,30**	**0,60**
126 - 150	**0,20**	**0,30**	**276 - 300**	**0,30**	**0,65**
151 - 175	**0,20**	**0,35**			

Tabelul 8.28. **Uzurile maxime admisibile ale segmenţilor de piston de la motoarele diesel, compresoare şi pompe de baleiaj**

Diametrul cilindrului, mm	Jocul	
	în canal, mm	La fanta de închidere, mm
Până la 100	0,15	2,50
101 - 150	0,15	3,00
151 - 200	0,15	3,50
201 - 250	0,20	4,00
251 - 300	0,20	4,50
301 - 350	0,20	5,00
351 - 400	0,20	5,50
401 - 450	0,20	6,00
451 - 500	0,20	6,50
501 - 550	0,20	7,00
551 - 600	0,25	7,50
601 - 650	0,25	7,50
651 - 700	0,25	8,00
701 - 750	0,25	8,00
751 - 800	0,30	8,50
801 - 850	0,30	8,50
851 - 900	0,30	9,00

Observaţii. 1. Jocul în canal se măsoară cu sonda de mână (spionul), segmenţii fiind montaţi în canalele pistonului
2. Pentru verificarea elasticităţii segmenţilor, ei se vor scoate şi se vor presa în dispozitiv sau se introduc în cilindru până la închiderea fantei; dacă se va înlocui.
3. Pentru motoarele în doi timpi jocurile în canale se admit a fi cu 50 % mai mari decât cele indicate în acest tabel.

8.12.3. Toleranţe de strângere a bolţurilor pentru pistoanele motoarelor principale şi auxiliare

în tabelul 8.29 este prezentată toleranta de strângere a bolţului pentru pistoanele motoarelor principale şi auxiliare care să asigure o fixare corespunzătoare a bolţului în piston.

Tabelul 8.29. **Toleranţa de strângere prin presare a bolţurilor de pistoane, la pistoanele motoarelor principale şi auxiliare cu combustie internă (pistoane din fontă)**

Diametrul nominal al găurii de bolţ din piston, mm	Toleranţa de strângere a boltului prin presare (bătaie) în piston, mm	Diametru nominal al găurii de bolţ din piston, mm	Toleranţa de strângere a boltului prin presare (bătaie) în piston, mm
18 - 30	+ 0,017 ÷0,021	80 ÷120	+0,030÷0,035
30 - 50	+0,021÷0,030	120÷180	+0,035÷0,040
50 - 80	+0,025÷0,030	180÷250	+0,040÷0,045

Observaţie. Valorile prezentate nu sunt valabile pentru pistoanele de aluminiu.

8.12.4. Jocuri admisibile pentru segmenţii de piston ai pompelor de combustibil şi apă

în tabelul 8.30 sunt prezentate jocurile admisibile pentru segmenţii de piston pentru pompele de combustibil şi apă, în cazul când aceştia sunt confecţionaţi din materiale nemetalice (funcţie de diametrul nominal al segmentului care se consideră egal cu diametrul cilindrului)

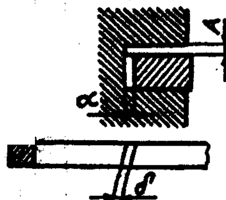


Fig. 8.52.
Măsurarea Jocurilor dintre segmenţi şi piston

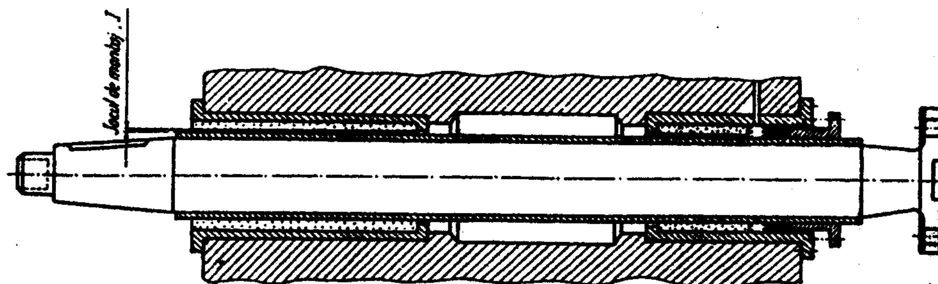
Tabelul 8.30. Jocurile segmenţilor de piston pentru pompele de combustibil şi apă confecţionaţi din materiale nemetalice ,mm

Diametrul nominal segmentului *mm*	Jocul α	Jocul în spintecătură, δ		Jocul în canal, A	
		Pentru montaj	Maxim admis	Pentru montaj	Maxim admis
Pînă la 100	1,5	1,5	4,0	0,15	0,30
101 - 150	2,0	2,0	5,0	0,20	0,40
151 - 200	2,2	2,2	5,5	0,25	0,50
201 - 300	2,5	2,5	6,5	0,30	0,60
până la 300	3,0	3,0	7,5	0,40	0,80

8.12.5. Jocuri de montaj şi jocuri maxime admisibile în exploatare pentru linia axială

în tabelele 8.31 - 8.36 sunt prezentate jocurile de montaj şi cele maxime admise în exploatare pentru elementele componente ale liniilor axiale precum şi toleranţele admise la centrarea acestora.

Observaţii: 1. Beneficiarul poate cere înlocuirea mai devreme a gaiacului sau compoziţiei, înainte de a fi ajuns la limită, funcţie de timpul până Ia o nouă andocare şi prezentare la RNR.
2. Atunci când există alte indicaţii date de şantierul constructor sau firmă, vor fi respectate acestea.
3. Pentru dimensiunile arborilor mai mari decât cele din tabel, se va analiza fiecare caz în parte.
4. Formulele de calculul pentru jocurile de montaj sunt:
- pentru gaiac: $J \quad 0{,}003d + 1{,}0$ [mm];
- pentru compoziţie: $J \quad 0{,}001d + 0{,}5$ [mm].



Tabelul8.31. Jocul de montaj şi exploatare dintre axul port - elice şi bucşile tubului etambou

Diametrul butonului, mm	Jocuri, toleranţe, mm									
	La montaj					Maxim în exploatare				
	Gaiac	Compoziţie (Metal alb)	Bronz	Cauciuc: Pentru navele cu suporţi cavaleţi cu lungimile axelor peste 7 m	Cauciuc: Navele fără suporţi cavaleţi	Gaiac	Compoziţie (Metal alb)	Bronz	Cauciuc: Pentru navele cu suporţi cavaleţi cu lungimile axelor peste 9 m	Cauciuc: Navele fără suporţi cavaleţi
0 - 100	0,6 - 0,7	0,5 - 0,60	0,6	0,6 - 0,9	0,4 - 0,7	4,0	3,6	1,5	2,5	3.5
101 - 150	0,7 - 0,8	0,6 - 0,70	0,6 - 0,65	0,9 -1,2	0,7 - 0,95	4,4	3,9	2,1	3,0	4,5
151 - 200	0,8 - 0,9	0,65 - 0,75	0,65 - 0,1	0,9 - 1,5	0,9 - 1,05	5,1	4,2	2,2	3,3	5,0
201 - 250	0,9 - 1,1 (1,2)	0,7 - 0,80	0,7 - 0,75	1,4 - 1,6	1,0 - 1,15	5,5	4,5	2,3	4,0	6,0
251 - 300	1,1 - 1,2 (1,4)	0,75- 0,85	0,75 - 0,8	1,6 - 1,9	1,15 - 1,35	5,9	4,8	2,6	4,5	6,6
301 - 350	1,2 - 1,4 (1,6)	0,8 - 0,90	0,8 - 0,85	1,9-2,1	1,35 - 1,55	6,5	5,2	2,65	5,0	7,2
351 - 400	1,4 - 1,5 (1,7)	0,85 - 1,0	0,85 - 0,9	2,1 - 2,2	1,55 - 1,70	6,7	5,5	2,7	5,5	7,8
401 - 450	1,5 -1,7 (1,8)	0,85 - 1,1	0,9 - 0,95	2,2 - 2,3	1,55 - 1,70	7,3	5,8	2,75	6,0	8,0
451 - 500	1,7 - 1,9	0,9 - 1,15	0,95 - 1,1	2,3 - 2,5	1,75 - 1,95	7,5	6	2.8	6,0	8,5

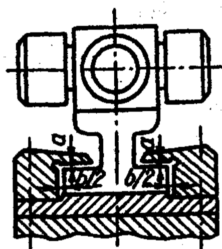


Fig. 8.53. Schema de măsurare a jocurilor între glisieră și patină

Tabelul 8.32. Jocurile între glisieră și patină

Diametrul butonului capului de cruce	Joc pentru ungere (de montaj), mm		Jocul maxim admis în exploatare, mm	
	Din partea suprafeței de lucru, a	Din partea suprafeței laterale, b	Suprafața de lucru, a	Suprafața laterală, b
0 - 25	0,05 - 0,08	0,07-0,13	0,16	0,30
26 - 50	0,08 - 0,11	0,10-0,16	0,18	0,30
51 - 75	0,10 - 0,13	0,12 - 0,18	0,20	0,30
76 - 100	0,10-0,13	0,12 - 0,18	0,20	0,35
101 - 125	0,13 - 0,16	0,12-0,18	0,25	0,40
126 - 150	0,13 - 0,16	0,15 - 0,25	0,25	0,45
151 - 175	0,15 - 0,20	0,15 - 0,25	0,28	0,50
176 - 200	0,15 - 0,20	0,15 - 0,25	0,28	0,50
201 - 225	0,15 - 0,20	0,18 - 0,25	0,30	0,55
226 - 250	0,17 - 0,24	0,20 - 0,30	0,30	0,55
251 - 275	0,17 - 0,24	0,20 - 0,30	0,33	0,60
276 - 300	0,20 - 0,28	0,20 - 0,30	0,35	0,60

Tabelul 8.33. **Jocurile de montaj admise în exploatare pentru cuzineții axelor intermediare, în mm**

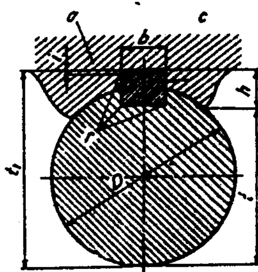
Diametrul axului, mm	Jocul α		Diametrul axului, mm	Jocul α	
	Montaj	Maxim cuzinet		Montaj	Maxim cuzinet
0 - 100	0,15- 0,18	0,35	351 - 375	0,35 - 0,45	0,90
100 - 125	0,17 - 0,20	0,40	376 - 400	0,40 - 0,50	0,90
126 - 150	0,18 - 0,23	0,40	401 -425	0,43 - 0,53	1,00
151 - 175	0,20 - 0,25	0,50	426 - 450	0,45 - 0,65	1,00
176 - 200	0,23 - 0,28	0,50	451 - 475	0,48 - 0,58	1,10
201 - 225	0,25 - 0,30	0,60	476 - 500	0,50 - 0,63	1,10
226 - 250	0,25 - 0,33	0,60	501 - 525	0,52 - 0,65	1,15
251 - 275	0,27 - 0,35	0,70	526 - 550	0,57 - 0,70	1,15
276 - 300	0,30 - 0,38	0,70	551 - 575	0,62 - 0,75	1,20
301 - 325	0,38 - 0,40	0,80	576 - 600	0,75 - 0,88	1,20
326 - 350	0,40 - 0,43	0,80			

Observații. Valoarea **luftului** α, se calculează cu **formula** $\alpha = 0{,}001\ D + 0{,}1$ [mm]

Tabelul 8.34. **Jocul între axul portelice şi bucşa lemnului de gaiac sau compoziţie la tubul etambou**

Diametru] fusului axului portelice	Jocurile k, în mm			
	La montaj		**Max în exploatare**	
	Gaiac	Compoziţie	Gaiac	Compoziţie
Până **la ...** 100	1,05 - **1,25**	0,55 - 0,65	4,00	3,60
101 **- 150**	**1,30 - 1,45**	**0,60 - 0,70**	4,40	3,90
151 - 200	1,45 **- 1,60**	0,65 - 0,75	5,10	4,20
201 - 250	**1,60 - 1,70**	0,70 - 0,80	5,50	**4,50**
251 - 300	1,70 **- 1,90**	0,75 - 0,90	5,90	4,80
301 - 350	1,90 - 2,05	**0,80 - 1,00**	6,50	5,40
351 **- 400**	2,05 - 2,20	0,80 **- 1,00**	6,70	5,40
401 - 450	2,20 - 2,35	0,85 **- 1,15**	7,30	6,00
451 - 500 mm	2,35 - 2,50	0,85 **- 1,15**	7,50	6,00

Observaţii: k **0,003** d+ 1,0 mm **pentru** gaiac; k = 0,001 d + 0,5 mm pentru **compoziţie.**



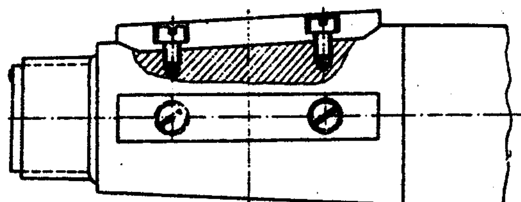


Fig.8.54. **Schemă pentru măsurarea jocurilor de montaj**

*Tabelul 8.35.***Jocurile de montaj ale penelor prismatice paralele la axele portelice, în elid şi în cuplurile axelor**

Diametrul **axului** mm	Dimensiuni minime ale canalelor de pană şi **penele,** b x h	t	t_1	**Jocul,** i mm	Jocul **penei** mm	Jocul penei mm	Raza de rotunjire mm
1	2	3	4	5	6	7	8
De la **48 - 55**	**16 x 10**	D - 5	D + 5,3	0,3			0,5
55 - 65	18x11	**D - 5,5**	**D+ 5,8**	**0,3**			
65 - 78	**20 x 12**	D - 6	D + **6,3**	0,3		0,04	0,6
78 - 90	**24 x 14**	D - 7	**D +** 7,3	0,3			
90 - 105	**28 x 16**	D - 8	**D +** 8,4	0,4	0,02		
105 - 120	**32 x 15**	**D - 9**	**D +** 9,4	0,4			
120 - 140	**36 x 20**	**D -10**	D + 10,4	0,4		0,05	0,8
140 - 170	**40 x 22**	**D - 11**	**D +** 11,4	0,4			
170 - 200	**45 x 25**	**D - 13**	D + 12,5	0,5			
200 - 240	**50 x 28**	**D - 14**	D **+** 14,5	0,5			
240 - 280	**60 x 32**	**D - 16**	D + 16,5	0,5			**1,2**
280 - 330	**70 x 36**	**D - 18**	D + 18,5	0,5	0,03	0,06	
330 - 400	**80 x 40**	**D - 20**	**D +** 00,5	0,5			2
400 - 500	**100 x 50**	**D - 25**	D + 0,55	0,5			

Observații: 1. Calitatea materialului din care se execută pana este OL 60.
2. Suprafețele laterale ce ghidează în canale se vor rectifica, iar canalele din ax și butucul elicei sau cuplu se vor tușa la puncte.
3. Respectarea razelor de rotunjire la canale cât și la pene conform tabelului.

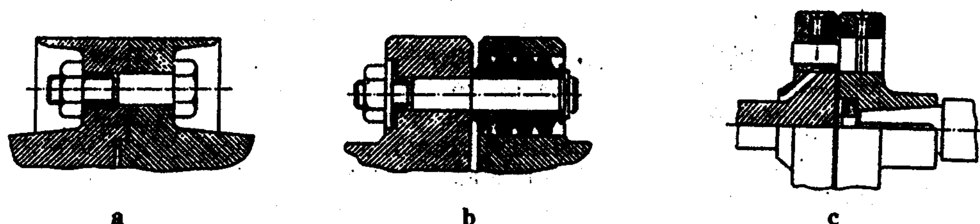


Fig. 8.55. Scheme de principiu pentru cuplarea liniei axiale
a - cuplare rigidă; *b* - cuplare elastică cu bolț; *c* - cuplare mobilă cu bolț.

Tabelul 8.36. **Frângerile și deplasările admisibile,** la centrarea **liniei axiale**

Tipul cuplării	Devierile admisibile			
	La montaj		In exploatare	
	Deplasare, mm	Frângere, mm/m	Deplasare, mm	Frângere, mm/m
Rigidă	0,02	0,05	0,3	0,3
Mobilă cu bolț	0,03	0,10	0,10	0,20
Elastică cu bolț	0,01	0,05	0,15	0,20

Observații: 1. Valorile din tabelul de mai sus sunt valabile pentru cuplările rigide centrate și cu găurile,raibuite pe strung, sau cu dispozitiv de răibuire la navă.
2. în cazul în care cuplările rigide dintre axul port elică și intermediar sunt executate după înlocuirea gaiacului sau a cauciucului și nunecesită răbuirea găurilor de cuplare, abaterileadmise pot fi la montaj pentru deplasare de 0,4 mm și pentru frângere de 0,5 mm/m cu condiția ca frângerea să se reducă prin anularea deplasării.
3. Devierile admise în exploatare dintre axul port- elică și intermediar, vor fi pentru deplasare de 0,7 mm iar pentru frângere de 0,10 mm/m, cu condiția ca prin cuplare să se micșoreze frângerea, iar prin uzură să nu avanseze.

8.13. Exploatarea motoarelor navale

Deservirea motoarelor cu ardere internă navale, pe timpul exploatării, presupune asigurarea măsurilor ce vizează pregătirea pentru pornire, pornirea motorului, deservirea motorului pe timpul funcționării, oprirea motorului.

8.13.1. Pregătirea motorului pentru pornire

Operațiile necesare pentru pregătirea motorului în vederea pornirii variază de la un tip la altul de motor; în fiecare caz trebuie avut în vedere indicațiile cărții tehnice a acestuia. Pregătirea motorului pentru pornire necesită executarea unor operații în raport cu momentul în care ele se execută: la sfârșitul unei perioade de reparații, după o staționare îndelungasau după o scurtă staționare, între momentul sosirii și plecării din port.

Pregătirea motorului pentru pornire necesită executarea unor operaţii în raport cu momentul în care ele se execută: la sfârşitul unei perioade de reparaţii, după o staţionare îndelungată sau după o scurtă staţionare, între momentul sosirii şi plecării din port.

Pregătirea pentru pornirea după reparaţii a motorului principal presupune luarea următoarelor măsuri:

- verificarea ansamblării corecte a tuturor pieselor fixe şi mobile;
- verificarea stării de curăţenie a carterului;
- închiderea corectă a tuturor capacelor la carter,
- verificarea circuitului de ungere de înaltă presiune la cilindri;
- verificarea întregii instalaţii, a nivelului uleiului în tancul de ulei pentru cilindri;
- verificarea cantităţii şi calităţii uleiului în tancurile din dublul fund;
- punerea în funcţiune a pompelor de ulei, amorsarea instalaţiei de ungere la linia cuzineţilor de pat şi bielă;
- se verifică etanşeitatea instalaţiei de ungere şi căderea de presiune în bateria de filtre;
- se asigură încălzirea uleiului prin încălzitor sau de la motor;
- gresarea, deblocarea şi acţionarea manuală a diferitelor îmbinări, articulaţii, supape de lansare, etc.;
- se asigură umplerea circuitului de răcire în circuit închis cu apă dulce asigurând evacuarea aerului la partea cea mai de sus a instalaţiei;
- se verifică etanşeitatea sistemului de răcire, şi corecta funcţionare a tuturor armăturilor şi amc.;
- punerea în funcţiune a pompelor de răcire şi asigurarea aducerii motorului la un regim termic apropiat regimului de pornire, fie folosind apa de răcire din circuitul motoarelor auxiliare fie aburi de la căldare;
- în timpul încălzirii motorului şi agenţilor de lucru este necesară virarea (rotirea) arborelui motor pentru a uniformiza temperatura pieselor fixe şi mobile, asigurându-se în acelaşi timp ungerea cilindrilor cu ajutorul pompelor special destinate acestui scop (pompele de ungere);
- rotirea arborelui cotit cu ajutorul virorului antrenat de motorul electric;
- umplerea tancurilor de serviciu cu combustibil separat şi eliminarea impurităţilor decantate;
- amorsarea instalaţiei de alimentare cu combustibil prin injectoare;
- umplerea cu aer a buteliilor de lansare până la realizarea presiunilor necesare lansării (circa 30 daN/cm^2) şi purjarea acestora pentru eliminarea acumulatorilor de apă;
- decuplarea mecanismului de virare a arborelui cotit şi efectuarea unei lansări de probă pe aer având robineţii de purjă a fiecărui cilindru în poziţia deschis.

8.13.2. Pornirea motorului

Pentru motoarele navale principale ce funcţionează cu combustibil greu, în cadrul operaţiunilor pregătitoare se vor include şi operaţiunile de pregătire a combustibilului greu ca încălzirea, separarea etc.

După primirea comenzii prin telegraful din compartimentul maşini, motorul se lansează în sensul şi la regimul de turaţie cerut de comanda navei, cu ajutorul aerului comprimat după care se trece motorul pe combustibil.

La schimbarea sensului de marş, se reduce treptat cantitatea de combustibil injectat în motor prin aducerea manetei de combustibil injectat în motor în poziţia zero. Numai după oprirea rotaţiei arborelui motor, se va face schimbarea sensului de rotaţie prin acţionarea pneumatică sau hidraulică a sistemului de inversare a marşului.

8.13.3. Deservirea motorului în timpul funcționării

Pe timpul funcționării motorului se efectuează un control permanent asupra principalelor parametrii de lucru ai motorului cum sunt:

- temperaturile și presiunile uleiului pe circuitele de ungere sau răcire;

- temperaturile și presiunile apei de răcire a cilindrilor, pistoanelor etc;

- temperatura gazelor de evacuare pe fiecare cilindru, pe colector, înainte și după turbosuflante;

- temperatura și presiunea aerului de baleiaj etc.

Periodic este necesară ridicarea diagramelor indicate, desfășurate, pentru a constata caracteristicile proceselor de lucru din motor ca: valorile presiunii de compresie, presiunii maxime de ardere, presiunii medii indicate, puterea indicată etc.

8.13.4. Oprirea motorului

Motoarele navale pot fi oprite la comandă (în mod normal) sau accidental atunci când oprirea este impusă de apariția unei defețiuni sau producerea unei avarii.

Oprirea motorului se face prin reducerea treptată a cantității de combustibil injectat, evitându-se răcirea bruscă a motorului și apariția tensiunilor interne.

După aducerea manetei de combustibil pe poziție zero și oprirea motorului, se cuplează virorul, cu care se rotește la intervale de 5 - 15 min axul motor, menținând totodată 2 - 4 ore ungerea la o valoare scăzută a presiunii, până la aducerea temperaturilor principalelor elemente componente ale motorului, la valori apropiate de temperatura mediului ambiant.

8.13.5. Defecțiuni principale ale motoarelor Diesel, cauze și remedierea lor

în tabelul 8.37 sunt date cauzele defecțiunilor și remedierile acestora la motoarele diesel instalate la bordul unor nave.

Tabelul 8.37. **Defecțiunile principale ale motoarelor diesel, cauzele și remedierile lor**

Nr. crt.	Cauze	Remedieri
1	2	3
	1. La operația de lansare, arborele motor nu se mișcă sau nu se ănvârtește complet	
1	Valvulele pentru deschiderea aerului de la butelii sunt închise.	Se verifică deschiderea valvulelor.
2	Presiunea aerului din butelie este prea mică.	Se încarcă butelia, folosind compresorul de aer
3	Robinetele de control ale cilindrilor sunt deschise.	Se încarcă butelia, folosind compresorul de aer, se închid robinetele.
4	Supapele de lansare nu se deschid corect.	Se verifică închiderea robinetelor; maneta se pune în poziția pornire și se verifică dacă jocul rolelor care le acționează corespunde indicațiilor uzinei constructoare.

Tabelul **8.37(continuare)**

1	2	3
5	Supapa de pornire **s-a** înţepenit deschisă (ciuperca nu se aşază pe scaun).	Se presează supapa de pornire cu aer comprimat şi se verifică deschiderea supapei.
6	Sertăraşe distribuitoare de aer se **înţepenesc.**	Se **verifică** funcţionarea prin apăsare; revenirea în **poziţia** iniţială trebuie să se facă rapid şi uşor; sertăraşele defecte se **scot,** se şterg cu o pânză îmbibată în **ulei,** după care se montează la loc; sertăraşul nu trebuie să aibă joc în locaşul său.
7	Tubulatura de la distribuitorul de aer este înfundată.	Se **verifică,** se desfundă **şi** se suflă cu aer, apoi se **remontează.**
8	**Elicea** navei este blocată	Se verifică şi **în** caz afirmativ, se **degajează** elicea.
9	Presetupa **etamboului** este prea strânsă	Se verifică şi eventual se **slăbeşte presetupa.**
	2. După ce motorul atinge turaţia pentru trecerea pe combustibil, aprinderea nu are loc sau se face cu întârziere.	
10	Compresia în cilindrii este prea strânsă.	Se verifică capacitatea de etanşare a **segmen-ţilor** şi a supapelor de pe **chiulase.**
11	Combustibilul nu ajunge la pompă.	• Se verifică existenţa combustibilului în tancul de consum; - se verifică deschiderea **valvului** de pe conducta de alimentare; - se verifică buna funcţionare a filtrelor, - se verifică umplerea tubulaturii şi a pompei de alimentare cu combustibil.
12	în tubulatura de alimentare şi în pompele de combustibil a pătruns aer	Se aeriseşte traseul de combustibil până la injector.
13	Dereglarea distribuţiei combustibilului	Se va verifica începutul injecţiei combustibilului şi se reglează conform indicaţiilor uzinei constructoare.
14	Acul **injectorului** (supapei de refulare) se **înţepeneşte,** iar aerul pătrunde în tubulatura de alimentare	Se deblochează acul injectorului eventual se înlocuieşte cu altul nou
15	Combustibilul conţine apă	- Se evacuează apa din tancul de consum prin **purjare** periodică; - se umple tancul de serviciu cu combustibil curat; - se umple tubulatura de alimentare, filtrele şi pompele cu combustibil curat
16	Blocarea regulatorului	Se verifică modul de funcţionare al regulatorului şi se **remediază defectele.**
17	Pulverizarea combustibilului se face în mod defectuos (**lipsă** de presiune)	Se demontează pompa de combustibil, se curăţă şi la nevoie se şlefuiesc supapele de aspiraţie şi refulare.
18	înălţimea la care se deschide canalul de aspiraţie nu este bine fixată.	Se executa reglarea
19	Acele duzelor şi **injectoarelor** au scăpări	Se demontează **injectoarele** şi se şlefuiesc acele în duze sau se înlocuiesc.
20	Presiunea insuficientă în cilindru	Se verifică jocul între tije şi **tacheţi, restabilindu-se** jocul normal; - se verifică dacă ciupercile supapelor se aşază bine pe scaune; - se verifică cursa pistonului; - se măreşte debitul aerului de **baleiaj;** - se curăţă colectorul de aspiraţie şi filtrul de aer.
21	Combustibilul este prea vîscos	-Combustibilul trebuie încălzit; - se va folosi un combustibil mai fluid

Tabelul ***8.37(continuare)***

1	2	3
22	**Motorul** este prea rece	Se încălzesc **cilindrii,** cu mijloacele **existente** la bord (**calorifer,** serpentine de încălzire, apă caldă)
23	**Chiulasa cilindrului** este **crăpată**	Se înlocuieşte **chiulasa.**
24	Capul pistonului este **crăpat**	Se înlocuieşte pistonul

3. Motorul se opreşte în timpul funcţionării

25	întreruperea alimentării pompelor cu combustibil	- Se **verifică** existenţa combustibilului în tancul de consum; - se **verifică** starea filtrelor
26	Cantitatea prea mare de apă în tancul de consum	Se evacuează apa din **tubulatură,** din pompă şi din tancul de **consum,** apoi se umple cu combustibil curat
27	Neetanşeitatea **pompei** de combustibil şi a conductei de alimentare	Se **evacuiază** aerul din corpul pompei prin robinetele de control şi **pulverizatoare,** pompând manual; se vor strânge îmbinările pompei şi ale tubulaturii de alimentare.
28	Camera de combustie este arsă	Se **înlocuieşte** cu una nouă

4. Turaţia motorului scade, însă temperatura de evacuare creşte

29	Motorul este supraîncălzit (suprasarcină)	Se micşorează numărul de rotaţii până la restabilirea temperaturii **nominale**
30	Funcţionarea anormală a instalaţiei de baleiaj	- Se verifică funcţionarea pompei de aer pentru baleiaj; .- se verifică şi se curăţă ciupercile supapelor de refulare; eventual se înlocuiesc
31	Conul acului **injectorului** nu se închide bine sau se blochează	Se **şlefuieşte** sau se înlocuieşte acul injectorului

5. Motorul prezintă bătăi în funcţionare

32	Motorul este supraîncărcat	• Se reduce sarcina motorului
33	Avansul la **admisie** este prea mare	- Dacă la suspendarea pompei unui cilindru bătăile dispar, se va micşora avansul la admisie; - daca gazele arse sunt prea fierbinţi, se va reduce debitul pompei; - la motoarele de turaţie mare, bătăile **s-ar** putea să nu dispară nici la reducerea avansului, nici prin **reducerea** debitului pompei de combustibil, în care caz se opreşte motorul din exploatare
34	Un cilindru este supraîncărcat	Se verifică sistemul de injecţie şi se egalează sarcina pe toţi cilindrii
35	**Injectorul** lucrează defectuos	Se verifică funcţionarea **injectoarelor**
36	Supraîncălzirea capului pistonului	Se verifică funcţionarea dispozitivului telescopic (sau articulat) şi se remediază instalaţia de răcire a pistonului.
37	început de **gripare** (sau chiar **gripare)** între cilindri şi piston.	- Se măreşte ungerea cilindrului, se micşorează răcirea şi alimentarea cu combustibil; - dacă nu se găseşte cauza bătăilor, motorul se opreşte şi se poziţionează pistonul în **PME ;** - dacă în carter se găseşte pilitură sau praf **metalic,** se demontează pistonul, lagărele din capul de bielă şi cămaşa cilindrului.

Tabelul 8.37(continuare)

1	2	3
38	Bolțul pistonului are joc mare în umărul pistonului sau în bielă	Se demontează pistonul și se înlocuiesc bolțul, bucșele de bolț sau chiar pistonul.
39	Cuzinetul de la capul sau piciorul bielei are joc prea mare iar buloanele sunt slăbite	Se oprește motorul și se examinează jocurile și aspectul suprafețelor de frecare; se lasă jocul necesar; bolțul pistonului se înlocuiește
40	Jocul dintre piston și cămașa cilindrului este prea mare	Se înlocuiește cămașa cilindrului
41	Cuzineții s-au topit(gripat) și turația a scăzut	Se oprește imediat motorul și se examinează cuzineții de bielă și de pat se șlefuiesc rizurile butoanelor cu cuzineții topiți și se montează cuzineții noi
42	Joc prea mare între roțile dințate (distribuție)	Se înlocuiesc roțile care au uzuri mai mari decât cele prescrise

6. Funcționarea anormală a unor cilindri

43	Presiunea insuficientă la sfârșitul cursei de compresie.	Se examinează cilindrul în cauză, dacă nu are scăpări de gaze pe la segmenți.
44.	Pompa de combustibil are scăpări	Se verifică funcționarea supapelor, pompei și se înlătură defectele.
45	Acul injectorului se blochează din cauza dezaxării sau a ungerii insuficiente.	Se demontează și se verifică funcționarea corectă.
46	Duzele injectorului sunt cocsificate	Se curăță sau se înlocuiesc duzele cu altele bune
47	Injectoarele de combustibil nu funcționează bine (combustibilul este prea vâscos)	Se încălzește combustibilul înainte de utilizare
48	La injectorul de combustibil apar gaze	Se îndepărtează gazele prin deschiderea robinetului de control de pe injector

7. Gazele de eșapament au o culoare închisă

49	Amestec prea bogat de combustibil	Se reduce debitul pompei de combustibil la cilindrul respectiv
50	Acul injectorului se blochează sau orificiile duzelor sunt închise	Se încearcă acul injectorului; dacă nu se mișcă liber sau se oprește, se strânge sau se slăbește puțin acul
51	Fisuri în susținătorul acului și în duzele injectorului	Se scoate injectorul se remediază defecțiunile sau se înlocuiește
52	Supapele de refulare ale pompei de combustibil nu se închid	Se demontează, se șlefuiește supapa sau se înlocuiește acul dacă acesta este rupt
53	La pompele cu sertîrașe, înălțimea deschiderii la admisie nu este bine reglată	Se verifică montarea pompei
54	Presiunea de compresie în cilindri este insuficientă	Lipsa de etanșeitate dintre piston și cilindru
55	Combustibilul vine cu întârziere	Se verifică începutul injecției
56	Uzura orificiilor duzelor injectoarelor	Se înlocuiesc duzele
57	Presiunea aerului de pulverizare este insuficientă (la injecția pneumatică)	Se verifică funcționarea supapelor

8. Gazele de eșapament au o culoare albastră

58	Uleiul de ungere pătrunde în cilindri în cantitate prea mare	Segmenții de redare nu sunt bine montați sau sunt uzați; se montează corect sau dacă sunt uzați se înlocuiesc

Tabelul 8.37 (continuare)

1	2	3
59	Nivelul uleiului din carter este prea ridicat	Se verifică nivelul uleiului din carter și se cercetează cauza creșterii lui
60	Uleiul de ungere pătrunde în camera de combustie odată cu aerul, din cauza ungerii prea abundente	Se micșorează ungerea pompei de **aer(** baleiaj) sau se micșorează nivelul din carter

9. Gazele de eșapament au o culoare albă

61	Arderea combustibilului este incompletă; temperatura în camera de ardere este prea redusă	Se mărește compresia până la valoarea normală
62	Combustibilul conține un procent prea mare de apă sau apa pătrunde în cilindri prin **chiulasă**	Se va separa apa din combustibilul aflat în tancul de alimentare, în filtre, iar **chiulasele** cu crăpături se înlocuiesc.
63	Aerul admis în camera de ardere a cilindrului este prea umed	Se va evacua apa din buteliile de aer

10. Explozie de gaze la supapele de siguranță

64	Combustibilul abundă la **injectoare,** din cauza unui debit prea **mare** al **pompei**	Se trece maneta de reglare a combustibilului la **minimum,** verificând ca alimentarea de la pompă să fie în poziția 0
65	Presiunea exploziilor este superioară celei normale sau arcul supapei de siguranță este prea slab	Se micșorează avansul la **admisie** și se reglează arcul supapei de siguranță
66	Supraîncărcarea cilindrului sau pătrunderea apei în camera de ardere în timpul **admisiei**	Se micșorează debitul de combustibil, se examinează chiulasă
61	Vârful acului **injectorului** este ars	Se înlocuiește acul ars al injectorului

11. Funcționarea neregulată a instalației de ungere

68	Pompa nu refulează uleiul	Sita de la valvule de închidere a tancului de colectare a uleiului este îmbâcsită
69	Vacuum scăzut	Se verifică tubulatura de aspirație a uleiului și se strâng toate cuplările tubulaturii
70	Pompa de ulei nu are presiunea necesară	-Se verifica eventualele pierderi de ulei pe tubulatura de refulare; - se verifică închiderea supapei de reglare; - se verifică pierderile de ulei prin legăturile telescopice sau articulate ale instalației de răcire cu ulei a **pistoanelor**
71	Filtrul de ulei nu funcționează normal	Sita filtrului este ruptă sau defectă și trebuie înlocuită
72	Apa pătrunde în instalația centrală de ungere și uleiul devine **gri-murdar**	- Se verifică etanșeitatea tubulaturii și a **răcitorului** de ulei; - se verifică articulațiile telescopice de răcire a pistoanelor
73	Apa pătrunde în ulei **prin.garniturile** de cauciuc ale cămășii **cilindrului**	Se presează spațiul de răcire, se stabilesc locurile neetanșe, și se înlocuiesc garniturile
74	Colectorul are fisuri prin care apa pătrunde din **santină**	Se presează și se remediază fisurile sau se înlocuiește colectorul
75	Apa pătrunde în carter prin presetupa pompei de apă	Se strânge presetupa până când se oprește scurgerea.

Tabelul 8.37(continuare)

1	2	3
	12. Neregularităţi în răcirea motorului	
76	Pompa de apă nu asigură presiunea necesară în instalaţia de răcire	Dacă vacumul se măreşte în tubulatura de aspiraţie, s-a îmbâcsit sita kingstonului sau filtrul de apă este prea murdar şi acestea urmează a fi curăţate
77	Bătăi în pompa de alimentare a instalaţiei de răcire a motorului	Se opreşte motorul şi se controlează pistonul, supapele şi felul cum sunt montate resorturile; se îndepărtează defecţiunea
78	Temperatura apei de răcire a pistoanelor şi a cilindrilor este prea ridicată (presiunea este normală, robinetele de reglaj sunt complet închise)	- Dacă încărcarea motorului este prea mare, se va reduce debitul combustibilului; Dacă temperatura cilindrilor este normală, se va mări presiunea apei de răcire
79	Răcirea unui piston încetează	Se opreşte funcţionarea pompei de combustibil a cilindrului respectiv şi se verifică instalaţia de răcire.
	13. Motorul îşi măreşte brusc turaţia (se ambalează)	
80	Pierderea elicei, slăbirea fixării elicei pe conul axului portelice, forfecarea penei de fixare a elicei, ruperea paletelor elicei	Dacă navigaţia are loc în apă liniştită şi regulatorul de turaţie nu funcţionează, se reduce imediat alimentarea cu combustibil şi se cercetează cauza
81	Ieşirea elicei din apă din cauza tangajului	Mecanicul de cart va sta la comanda motorului şi în mod sistematic va atenua manual creşterile şi scăderile bruşte de turaţie
82	Aerul de combustie sau de baleiaj intră în cilindru încărcat cu vapori de ulei	- La motoarele la care aerul de baleiaj este acţionat de arborele motor, se opreşte imediat alimentarea cu combustibil; - dacă turaţia continuă să crească, se demontează supapa de aer de pe carter sau se scoate capacul carterului deschizândîn acelaşi timp robinetul de control; se vor curăţa conductele de refulare a uleiului din carter, după oprirea motorului; - dacă turaţia motorului continuă să crească şi după închiderea combustibilului se ridică supapele de admisie şi de evacuare, să se aşeze pe fără a fi lăsate scanele lor.
	14. Regulatorul funcţionează neregulat	
83	La scăderea sarcinii motorului, turaţia se măreşte peste limitele admise	Se verifică modul cum se face transmisia de la regulator la pompa de combustibil, înlăturând obstacolele sau frecările; - se verifică poziţia de închidere a pompelor şi se reglează arcurile regulatorului
84	Regulatorul funcţionează stabil, dar turaţia motorului nu este constantă	Se verifică mecanismul de acţionare a pompelor de combustibil şi se înlătură frecările sau slăbirile mecanismului (se verifică şi mufa regulatorului)
85	Regulatorul împiedică obţinerea turaţiei maxime	Se procedează ca mai sus

Tabelul 8.37(continuare)

1	2	3
	15. Nercgularități în funcționarea compresoarelor și a pompelor de baleiaj	
86	Compresorul nu dă presiunea necesară	Segmenții pistonului compresorului sunt ancrasați, uzați sau rupți; se înlocuiesc segmenții defecți; - Uzura prea mare a cilindrilor de joasă presiune, scăparea aerului în răcitoare prin tubulatură șivalvula de refulare; se înlocuiește cilindrul
87	Raportul presiunii aerului între diferitele trepte ale compresorului este anormal	- Dacă tubulatura de trecere a aerului se încălzește în apropierea supapelor de admisie, iar presiunea crește pe treapta inferioară și cea mijlocie a compresorului, în mod cert supapele de admisie de la treapta mijlocie și cea superioară sunt defecte, deci se vor demonta, curăța, șlefui sau înlocui supapele defecte.
88	Pompa de baleiaj nu dă presiunea necesară aerului de baleiaj din colector	- Se verifică tubulatura de aspirație și filtrul de aer; - se verifică suprafețele de lucru iar segmenții uzați se înlocuiesc; - se verifică etanşeitatrea îmbinării colectorului; - se verifică etanșeitatea segmenților de radere, înlăturând scăpările
	16. încălzirea pieselor în mișcare de frecare	
89	Corpul pistonului se încălzește	- Se micșorează turația motorului, se oprește alimentarea cilindrului respectiv și i se face o ungere abundentă cu ulei proaspăt; - tubulatura de ungere a cilindrului se desfundă și cilindrul respectiv este pus în funcțiune după ce a atins temperatura normală; - daca pistonul prezintă deformări sau crăpături, aceasta se înlocuiește
90	încălzirea glisierelor capului de cruce	Se verifică ungerea, funcționarea sistemului de răcire, montajul corect și lipsa dezaxării
91	încălzirea lagărelor paliere de bielă sau de împingere	Se va examina calitatea uleiului întrebuințat
	17. Defecțiuni la inversare	
92	Înversarea nu se poate face	- Inversarea nu este bine pusă la punct; - presiunea aerului care intră la distribuitorul de pornire nu este suficientă; - dacă inversarea rotației motorului se face prin schimbarea sensului de rotație a axului de distribuție și dacă aceasta nu se mișcă, defecțiunea trebuie înlăturată, conform cu indicațiile uzinei constructoare.

Defecțiunile pompelor de tip BOSCH

1. Pompa nu refulează

93	Tancul de serviciu este gol	Se umple tancul de serviciu
94	Valvulă tancului este închisă	Se deschide valvulă
95	Tubulatura de combustibil este înfundată	Se verifică, se curăță și se montează la loc

8.37(continuare)

1	2	3
96	Filtrul de combustibil este înfundat	Se **demontează**, se curăță sau se înlocuiește
97	în pompă se află aer	Se **purjază** aerul prin **deșurubarea** șurubului de **purjare** și se acționează pompa sau motorul până când **combustibilul** iese fără bule de aer
98	Pistonul pompei s-a avariat și s-a înțepenit	Se demontează și se înlocuiește piesa avariată
99	Manșonul cu galet s-a înțepenit	Se demontează și se înlocuiește dacă este cazul
100	Supapa de refulare este înțepenită	Se curăță **ciuperca supapei** și scaunul

2. Pompa refulează în mod neregulat

101	în pompă se află aer	Se amorsează pompa **evacuîndu-se** aerul
102	Arcul supapei de refulare s-a rupt	Se înlocuiește arcul rupt
103	Supapa de refulare s-a avariat	Se înlocuiește supapa
104	Arcul pistonului s-a defectat	Se înlocuiește piesa defectă
105	**Galerul** s-a uzat	Se înlocuiește manșonul cu galet
106	Pistonul se înțepenește din când în când	Se curăță pistonul și cilindrul respectiv sau se înlocuiește
107	Debitul **combustibilului** este prea mic, filtrul sau conducta de combustibil sunt înfundate; **înălțimea** de poziție a combustibilului este prea mică	- Se **curîță** filtrul sau conducta; - se ridică mai sus nivelul în tancul de consum;
108	Supapa de refulare neetanșă	Se înlocuiește supapa **șI** scaunul
109	Piulițele sunt strânse prea puțin	Se strâng piulițele mai mult

3. Debitul pompei este prea mare

110	Șurubul de pe roata dințată s-a slăbit	Se reglează după semnul existent și se strânge șurubul

4. Defecțiuni la începutul injecției

111	Șurubul de reglaj de pe manșonul cu galet s-a slăbit	Se reglează șurubul **șI** se strânge bine, se controlează dacă pistonul pompei are în punctul mort superior jocul prescris
112	Cama avariată	Se înlocuiește cama sau axul cu came

5. Tija de reglaj nu se poate deplasa

113	Pistonul s-a înțepenit sau tija s-a murdărit și înțepenit	Se curăță pompa

8.14. Marcarea motoarelor **navale**

Pentru **definirea** fiecărui motor diesel naval uzinele constructoare utilizează diverse notații care reflectă tipul și indicatorii constructivi de bază **ai** motorului.
în cele ce urmează vor fi prezentate câteva moduri de marcare a unor motoare navale.

8.14.1. Marcarea motoarelor navale rusești

Literele și **cifrele** ce însoțesc denumirea motorului, au următoarea **semnificație;**
Ч - motor în patru timpi; fl - motor **în** doi timpi; H - motor **supraalimentat;** P - motor reversibil; π - motor având reductor de **turație;C** - motor cu **inversor;** K - motor cu cap de cruce (**fără** K - motor cu pistoane **plonjoare).**
Dacă literele au în **față** o cifră și sunt urmate de o **fracție** acestea **reprezintă:**
- prima **cifră:** - numărul **cilindrilor;**
- numărătorul: - diametrul cilindrilor (**în** cm);
- numitorul: - cursa pistonului (în cm).

Exemplu: 6P30 **/50** - motor în doi timpi, reversibil, cu 6 cilindri având diametrul cilindrilor de 30 cm și **cursa** de 50 cm.

8.14.2. Marcarea motoarelor navale Burmeister & Wain

Literele au următoarea semnificație:
M - motor în patru timpi; T - motor cu cap de cruce;
V - motor **în** doi timpi; F - motor reversibil;
(2) B - motor supraalimentat (**cifra** arată treptele de **supraalimentare).**
Primele **cifre** din denumirea de marcare arată numărul de **cilindri.Următoarele cifre** definesc diametrul cilindrilor, iar cifrele de la sfârșitul marcării arată cursa **pistonului(în** cm).

Exemplu: 1284 **VT** 2 BF 180 - motor cu 12 cilindri, cu diametrul cilindrilor de 84 **cm,** în 2 timpi, supraalimentat (2 **trepte)**, cu cap de cruce și cursa pistonului de 180 cm. Un alt sistem de marcare a motoarelor B & W, este cel folosit din 1967.

Primele cifre indică numărul de cilindri. Următoarele cifre reprezintă diametrul cilindrilor (în **cm).** între prima și a doua cifră este dat tipul motorului **(K** - motor în doi **timpi** , cu cap de cruce). Următoarele litere semnifică:
- modelul de construcție al motorului - E
- destinația motorului **(F** - motor principal cuplat direct cu elicea).

Exemplu: 10 K 98 EF - motor cu 10 cilindri, în doi timpi cu cap de cruce, model E motor principal cuplat direct cu elicea.

8.14.3. Marcarea motoarelor navale **SULZER**

Notarea acestor motoare se face cu cifre și litere (literele fiind mărginite de către cifre).
Literele au următoarele semnificații:
B - motor naval în patru timpi; Z - motor naval în doi timpi; S - motor cu cap de cruce;

M - motor fără cap de cruce (**cu** pistoane **plonjoare); D - motor reversibil;** H - **motor auxiliar;** A - motor **supraalimentat;** R - motor cu lansare comandată; G - motor cu reductor; T - motor cu **construcţie tronconică;** V - motor cu cilindrii dispuşi în formă de V.

Prima cifră arată numărul cilindrilor, iar cifrele de la **sfârşitul** marcării indică diametrul cilindrilor (**în** cm).

La seriile de **construcţie** Z şi **ZV** o serie de litere ca M,H şi A nu sunt specificate, iar la seria **RD** sunt omise literele S şi A.

Exemplu: 5 TAD 56 sau 6 RD 68 - motor cu 6 cilindri cu lansare **comandată,** reversibil, cu diametrul cilindrilor de 68 cm.

8.14.4. Marcarea motoarelor navale FIAT

Aceste tipuri de motoare sunt marcate tot prin cifre şi **litere.**

Primele cifre indică diametrul cilindrilor (**în** mm), iar următoarele **cifre** arată numărul cilindrilor. Litera S semnifică un motor naval supraalimentat. Litera T **semnifică** un motor naval cu cap de cruce cu diametrul cilindrilor până la 600 nun; la motoarele cu diametrul cilindrilor peste 600 mm, litera T poate lipsi. Litera R arată că motorul este reversibil şi în patru timpi.

Exemplu: 9012 S - motor cu diametrul cilindrilor de 90 cm, 12 cilindri, supraalimentat

8.14.5. Marcarea motoarelor **navale M A N**

Firma **MAN** foloseşte pentru marcarea motoarelor navale următoarea semnificaţie:

Litera V - motor în patru timpi; repetarea literei V, arată că motorul are cilindrii dispuşi sub formă de V. Litera Z - motor în doi timpi. Litera K - motor cu cap de cruce, iar litera G arată că motorul nu are cap de cruce. Litera A arată că motorul în doi timpi este **nesupraalimentat** iar dacă este motor în patru timpi are un coeficient mic de **supraalimentare.** Litera C, D şi E arată că motorul este în doi timpi, cu coeficient de **supraalimentare** mic, mediu sau ridicat. Litera L, arată că motorul este în patru timpi şi cu răcirea intermediară a aerului de baleiaj. Litera T arată prezenţa **antecamerei,** iar litera M arată că motorul este în patru timpi, supraalimentat, dar **fără** răcirea aerului. Prima cifră arată numărul cilindrilor. Numărul fracţiei indică diametrul cilindrilor, iar numitorul indică cursa pistonului(în cm).

8.14.6. Marcarea motoarelor navale S K L

Firma constructoare de motoare navale SKL acordă următoarea semnificaţie literelor şi cifrelor în notarea motoarelor:

D - motor Diesel; V - motor în patru timpi; Z - motor în doi timpi; R - motor reversibil; K - motor cu cursă mică a pistonului (S/D < 1,3); N - motor cu cursă medie a pistonului (S/S > 1,3); A - motor supraalimentat; S - motor cu inversor.

Prima cifră arată **numărul** cilindrilor, a doua cifră arată modelul de construcţie al motorului iar ultimile cifre semnifică cursa pistonului (în cm).

Exemplu: R6VD 1 36 A - motor reversibil cu 6 cilindri, în 4 timpi, diesel, **supraalimentat,** model 1 având cursa pistonului de 36 cm.

8.14.7. Marcarea motoarelor navale *GÖTAWERKEN*

Semnificația notării acestor motoare este următoarea:

DM - motor Diesel; V - motor cu simplă acțiune; G - motor cu cap de cruce; U - motor supraalimentat; S - motor cu ramă de fundație sudată și tiranți.

Cifrele fracției reprezintă:

Numărătorul indică diametrul cilindrilor (în mm). Numitorul fracției indică cursa pistonului (în mm). Următoarele cifre (unde sunt date) definesc numărul cilindrilor.

Exemplu: V G S 760 / 1500 - motor cu simplă acțiune, cu cap de cruce, cu ramă de fundație sudată și tiranți având diametrul cilindrilor de 760 m și cursa de 1500 mm.

8.14.8. Marcarea motoarelor navale SKODA

Firma SKODA marchează motoarele pe care le construiește folosind următoarea notație:

S - motor nereversibil; R - motor reversibil; L - motor, model stânga; P - motor model dreapta; PN - motor supraalimentat cu turbosuflantă.

Cifrele de la începutul marcajului indică numărul cilindrilor. în mijlocul sistemului de marcare, sunt date cifrele care arată diametrul cilindrilor (în mm).

La finele notării, cifrele romane șI I , exprimă modificări ale gradului de supraalimentare.

8.14.9. Marcarea motoarelor navale MITSUBISHI

Notarea motoarelor este făcută prin intermediul literelor și cifrelor.

Literele reprezintă: T - motor fără cap de cruce; C - motor cu cap de cruce; W - motor cu cilindrii așezați în W; V V - motor cu cilindrii așezați sub formă de V; Z - motor de construcție nouă; E - motor supraalimentat; A și C așezate la finele marcajului exprimă prima și a doua modificare a motorului.

Cifrele prezente în cuprinsul marcajului au următoarea semnificație:

Prima cifră arată numărul cilindrilor. Numărătorul fracției arată diametrul cilindrilor (în mm), iar numitorul fracției exprimă cursa pistonului (în mm).

Motoarele în doi timpi fără cap de cruce, seria W Z și W tip ZC supraalimentate au prescurtări de litere, fără a mai indica diametrul cilindrilor și cursa pistonului.

8.14.10. Marcarea motoarelor navale românești M A N - Reșița

Sistemul de marcare este aproximativ același cu al firmei MAN. Cifrele mărginesc literele de marcare.

Astfel literele semnifică: L - motor în linie; A - variantă constructivă; K - motor cu cap de cruce; Z - motor în doi timpi; S - service simplificat.

Prima (primele) cifră indică numărul de cilindri; următoarele cifre (numărătorul fracției), indică diametrul cilindrilor (în cm), iar ultimile cifre (numitorul fracției) indică cursa pistonului (în cm).

Exemplu: motor semirapid - 450 rot/min, 8 L 52/55 A.

Exemplu: motor lent 122 rot/min, K 9 SZ 90/160 A

8.15. Firme constructoare de motoare navale (Motor Ship 1993)

ABC — Anglo Belgian Corporation **NV, Windeaukaai** 43, **9000** Ghent, Belgium.
Tel: + 3291 234541, Fax: + 32 91 240 301, Telex: 11298

AKASAKA — **Akasaca** Diesels **Limited,** 26th Floor, **Kasumigaseki** Building, 2-5, 3-**chome** Kasumigaseki, **Chiyoda-ku,** Tokyo 100, Japan.
Tel: **+** 81 33581 9781, Fax: + 81 33580 1731;Telex: 0222-6490 **ADASL** J.

ALLEN — Nei **Allen-Ltd,** Queens Engineering Work PO 43, Bedford, **MK** 40 **4JB,** UK. Tel: 444 234 353934, Telex: 82486.

BAUDOUIN — **Mateurs Baudouin,** 165, Bd de **Pont-de-Vivaux,** 13010 Marseille, France.
Tel: **+** 3391 83 85 00, Fax: + 33 91 79 09 38, Telex: 410944 F.

BERGEN — **Ulstein** Bergen AS, PO Box 924, N 5002 Bergen, Norway.
Tel: + 47 **51990** 00, Fax: **+** 47 5 19 04 05, Telex: 42735 **BMVH** N.

CALLESEN — **Aabenraa Motorfabrik, Heinrich Callesen A/S, Naestmark 30,** PO Box 81, 6200 **Aabenraa,** Denmark.
Tel: + 45 74 622088, Fax: + 45 74 627407, Telex: 52151 **CALMO** DK.

CATERPILLAR — Caterpillar Overseas SA, 76 Route de **Frontenex, CH-12111,** Geneva 6, Switzerland.
Tel: + 41 022 7374444, Fax: + 41 022 7374984, Telex: 22706 and 22833.

CKD — **Exporter,Pragoinvest, Ceskomotavska** 23, Box 890, 18056, Prague 9, CSFR. Tel: **+ 44** 2 826 341 and 822 741, Telex: 122379 PIN C and 122601 **PIN** C.

COCKERILL — **Cockerill** Mechanical Industries, Diesel Engines **Dept,** 1 Avenue A **Grenier, B4100 Seraing,** Belgium.
Tel: + **32** 41 **30** 21 **11,** Fa: **+** 32 41 30 23 89, Telex: 41 225 **CKLSAM** B.

CREPELLE — **Crepelle,** 48 Rue de Valenciennes, PO Box 427, 59021 Lille Cedex, France
Telex: **131287 MOTNOR.**

CRM — **CRM,** Via **Marnate** 41,21053 **Castellanza,** Italy.
Tel:+ 39 331 501548, Fax: **+39 331** 505501, Telex: 334382 **CREMME.**

CUMMINS — Cummins Engine Co **Ltd,** Royal Oak Way South, **Daventry, Northants NN11 5NU, UK.**
Tel: + 44 327 76000, Fax: + 44 327 79412, Telex: 58643 **CUMEUR** G.

DAIHATSU — Daihatsu Diesel **Mfg** Co **Ltd, 4-14 Tokui-cho,** 2-chome, **Chuo-ku,** Osaka **540,Japan.**
Tel: **+** 81 6 945 5329, Fax: + **81 6** 945 5308, Telex: 5242723 **DAIHAT** J.

DEERE	Deere Power Systems, PO Box 5100, Waterloo, IA 50704-5100, USA. Tel: + 1319 292 6060.
DETROIT DIESEL	Detroit diesel corporation, 13400 Outer Drive West, Detroit, MI 48239-4001, USA.
DEUTZ MWM	Motoren Werke Mannheim AG, Postfach 102663, D6800 Mannheim 1, Germany. Tel: + 49 621 384 0, Fax: + 49 621 384 328, Telex: 462341.
DORMAN	Dorman Diesels Ltd, Tixall Road, Stafford, ST16 3UB, UK. Tel: + 44 785 223141,Fax: + 44 785 215110, Telex: 36156.
ELECTRO-MOTIVE	Electro-Motive Division, General Motors Corporation, 9301 West 55th, La Grange, Illinois 60525, USA. Tel: + 1 708 387 6000, Telex: 270041.
FAIRBANKS MORSE	Coltec Industries inc, Fairbanks Morse Engine Division, 701 Lawton Avenue, Beloit, Wisconsin 53511, USA. Tel: + 1 608 364 4411, Fax: + 1 608 364 0382, Telex: 260007.
GARDNER	Gardner Engine Co, Barton Hall Engine Works, Patricroft, Eccles, Manchester, M30 7WA, UK. Tel: + 44 61 789 2201, Fax: + 44 61 787 7549, Telex: 666023 ELGARD.
GE	GE Locomotives Canada, 1505 Dickson Street, Montreal, PQ, Canada H1N2 H7. Tel: + 1 514 253 7333, Fax:, Telex: 05-828841 RMLW MTL.
GENERAL ELECTRIC	General Electric Company, Bl`d 144,2901 East Lake Road, Erie, PA 16531, USA. Telex: 703531.
GMT	Engine Division of Fincantieri, Bagnoli della Rosandra 334, 34018 Trieste, Italy. Tel: +39 40 7391, Fax: +39 40 827371, Telex: 460274/5 FINGGM.
GRENAA	AS Grenaa Motorfabrik , Sdr. Kajgade 3-5, DK 8500, Grenaa, Denmark. Tel: +45 8632 0666, Fax: +45 8632 6390.
GUASCOR	Gutierrez Ascunce Corp SA, Edificio Guascor,PO Box 50, 20750 Zumaia (Gipuzkoa), Spain. Tel:+34 43 860600, Fax:+34 43 862180, Telex: 38753 GUAZU E.
HANSHIN	Hanshin Diesel Works Ltd, Marunouchi Bldg,2-4-1 Marunochi, Chiyoda-ku, Tokyo 100, Japan. Tel:+81 3 3216 3601, Fax: +81 3 3201 7675, Telex: 222 4428.
HEDEMORA	Hedemora A?B, S77500, Hedemora, Sweden. Tel: 446 225 15540, Fax:+46 225 15434, Telex: 74506 HEDDIES S.

HUDONG SHIPYARD	China State Shipbuilding **Corporation, Hudong Shipyard, Pu** Dong Da **Dao** Bai **Hao** Qiao, Shanghai 200129, China. Tel: +86 21 8847104, Fax: +86 21 8847861, Telex: 33025 **SHDSY CN.**
ISOTTA	**Isotta Fraschini** SpA, Via Milano 7,21047 **Saronno** (VA), Italy. Tel: +39 2 96171, Telex: 332403 **BRIF** L
ISUZU	**Isuzu** Marine Engine **Inc,2-19 Matsugashima- Nishi,** 1- **chome, Ichicara** City, China 290, Japan. **Tel:+81** 436 22 7441, Fax: +81 436 22 7445.
ITO	**Ito Engineering** Co **Ltd,** 2-12 Saiwai- cho, **Shimitzu,** 424, Japan. Telex: **3965682 ITOSMZ** J.
IVECO AIFO	**Iveco Aifo** SpA, **Viale dell` Industria,** 15/17, 20010 **Pregnana** Milanese, Milano, Italy. Tel: +39 2 93510 1, Fax: + 39 2 9359 00 29, Telex: **352328AIFO** I.
KELVIN UK.	GEC **Alsthom** Kelvin Diesels **Ltd,** 151 Kyle **Street,** Glasgow, G4 **OJL,** Tel: + 44 41 552 3565, **Fax:+44** 41 552 0735, Telex: 777917 **KELGLWG.**
LANCING MARINE	M&A Bellamy **Ltd, 51** Victoria **Road, Portslade,** Sussex, BN41 **1XY,UK.** Tel:+44 273 410025, Fax:+44 273 430290, Telex: 877854 **LANCIN** G.
LUGGER	Alaska Diesel Electric Inc, 4420 14[th] Ave, **NW, PO** Box 70543, Seattle, WA 98107-0543, USA. **Tel:+1** 206 789 3880, Fax:+1 206 782 5455, Telex: 320145.
MAK	**Krupp Mak Maschinenbau** GmbH, **Falckensteiner Strasse** 2, PO Box 9009, **D-2300Kiel** 17, Germany. Tel: +49 **431** 3995 01, Fax: + 49 **431** 3995 588, Telex: 299877 MAK D.
MAKITA	**Makita** Corporation, 1-1, **4-chome, Asahi-Machi, Takamatsu,** 760, Japan Tel: +81 878 215501, Fax:+81 878 **215510,** Telex: 5822 211.
MAN B&W	MAN B&W **Diesel A/S,** Copenhagen Centre **Syd, Stamholmen** 161, DK-2650 Hvidovre, **Copenhagen,** Denmark. Tel: +45 **31** 492501, Fax:+ 45 **31** 492066, Telex: 16592 **MANBW** DK.
	MAN B&W Diesel **A/S,** Alpha Diesel, 15 Niels **Juels** vej, DK- 9900, **Frederikshavn,** Denmark. Tel: +45 98 421000, Fax: + 45 98 423200, Telex: **67115** ALPHA DK.
	MAN B&W Diesel **A/S, Holeby Diesel,Holeby,Ostervej DK-4960,Holeby,** Denmark. Tel:+45 53 906026, **Fax:+45** 53 906676, Telex: 40646 **HODIEL** DK.
	MAN B&W Diesel AG, Augsburg, **Stadtbach Strasses** 1, Germany. Tel: +49 821 3220, **Fax:+49** 821 3223382, Telex: **53796-0** MAN D.

MATSUI	**Matsui Iron Works Co Ltd,** 70 **Takegahana Cho Ise,** Mie, Japan. Tel:+81 5963 62222, Telex: 4969553 MATSUI J.
MIRRLEES BLACKSTONE	**Mirrlees Blackstone** Diesels, **Hazel** Grove, **Stockport,** SK7 **5AH,** UK. Tel:+44 61 483 1000, Fax: 444 61 487 1465, Telex: 667314.
MITSUBISHI	Mitsubishi Heavy Industries Ltd. **5-1 Marunouchi, 2-chome, Chiyoda-ku,** Tokyo, Japan. Tel:+81 33212 9080, Fax: +81 33212 9779, Telex:J22282 and J22443.
MITSUI	Mitsui Engineering and Shipbuilding Co **Ltd, 6-4 Tsukiji,** 5-chome, **Chuo-ku,** Tokyo 104, **Japan.Telex:** J22821, **j22924 MITZOSEN.**
MTU	**Motoren und Turbinen** Union **Friedrichshafen GmbH, Postfach** 20 40, **MD-7990** Friedrichshafen 1, Germany. Tel: +49 75 41 90 0, Fax: **+49** 75 41 90 2247, Telex: 7 34 2800 **MT** D.
NEW **SULZER** DIESEL	New **Sulzer** Diesel Ltd, PO Box 414, **CH8401, Winterthur,** Switzerland. Tel: 441 52 262 49 22, Fax:441 52 212 49 17, Telex 896 659 NSDL CH.
NIIGATA	**Niigata** Engineering Co Ltd, **4-1 Kasumigasseki, 1-chome, Chiyoda-ku,** Tokyo, Japan. Tel: +81 33504 2473, Fax: +81 33595 2648, Telex: 222 **7111 NIITETO** J.
PAXMAN	**Paxman** Diesels Ltd, **Paxman** Works, **Hythe** Hill, Colchester, Essex CO1 **2HW,** UK. Tel: +44 206 575151, Fax: + 44 206 577869, Telex: 98151,
PERKINS	Perkins Engines **Ldt,** Frank Perkins Way, **Eastfield,** Peterborough, PE1 **5NA,UK.** Tel: +44 733 67474, Fax: + 44 733 582240, Telex: 32501 **PERKEN G.**
PIELSTICK	**SEMT Pielstik,** 2 **Quai** de **Seine,** BP No. 75, 93202 Saint Denis Cedex **1, France.** Tel: + 33 1 48 09 76 00, Fax: + 33 1 48 09 78 **78,** Telex: SEMT **23314** F.
WĂRTSILĂ	Wărtsilă Diesel **Oy,** PO Box **244, 65101 Vaasa,** Finland. Tel: +358 61 324 **2111,** Fax: + 358 61 171 906, Telex:74250 **WVA** SF.
	Wărtsilă Diesel AB, **PO Box** 920, **S-461** 29, **Trolhattan,** Sweden. **Tel:** +46 520 22600, Fax: +46 520 17387, **Telex:** 42141 DIESEL S.
	Wărtsilă **Wichman** Diesel **AS,** N-5420, **Rubbestadneset,** Norway. **Tel:+** 47 54 **23500,** Fax: 447 54 23501, Telex: 42642 **WICHM** N.
	SACM Diesel SA Marine, **Usine** de la **Comberie,** PO Box 1W, **17700 Sugeres,** France. Tel:+33 46 30 31 50, Fax: + 33 46 30 51 59, Telex: 790831 F
	Stork Wărtsilă Diesel BV, PO Box 10608, 8000 GB **Zwolle, Netherlands.** Tel: +31 38 253 253, **Fax:+31** 38 223 564, Telex: **42116** SWDZ **NL.**

YANMAR **Yanmar** Diesel Engine Co **Ltd, 1-1 Yaesu, 2-chome, Chuo-ku,** Tokyo 104, **Japan. Tel:+81** 3 3275 4933, Fax:+81 3 3272 0687, Telex: 0222 4733.

Bibliografie

[1]. **Gh. Uzunov** ș. a. — **Îndrumătorul** ofițerului de navă, Editura **Tehnică,** București, 1983

[2]. M. Toader ș. a. — Mașini termice și instalații navale, Editura Didactică și **Pedagogică,** București, 1979

[3]. Gh. Dumitru — Motoare cu ardere **internă, vol.I,** Universitatea Dunărea de Jos, Galați, 1987

[4]. B. Popa ș. a. — Manualul inginerului **termotehnician, vol** , **Editura Tehnică,** București, 1986

[5]. A. **Pruiu** — Motoare navale. Teste și probleme, Editura Muntenia, **Constanța ,** 1996

[6]. A Pruiu — Calculul termic al motoarelor **navale.** îndrumar de proiectare, Editura **Muntenia, Constanța,** 1995

[7]. A Pruiu , **Gh.Uzunov** — Procese caracteristici și **supraalimentarea** m.a.i., Editura **Muntenia,** Constanța, 1993

[8]. LV. **Inozemțev** — Motoare termice, Editura **Tehnică,** București, 1955

[9] * * * — Documentația motoarelor Sulzer

[10]. * * * — Documentația motoarelor New Sulzer Diesel

[11]. * * * — Documentația motoarelor **MAN**

[12]. * * * — Documentația motoarelor MAN B&W

[13]. * * * — Documentația motoarelor Mitsubishi

[14]. **D.Taraza** — Dinamica motoarelor cu ardere internă, Editura Didactică și **Pedagogică,** București, 1985

9

CĂLDĂRI NAVALE

9.1. Definiții. Parametri. Caracteristici

Căldările **navale** sunt generatoare de abur în care căldura rezultată din arderea unui combustibil, dintr-o reacție nucleară sau prin efect termic al curentului electric se transmite apei în scopul încălzirii ei, a **vaporizării** acesteia sau a **supraîncălzirii** aburului saturat.

Căldarea ignitubulară **cunoscută** la bordul navelor și sub denumirea de căldare **tubulară** **este** căldarea la **care** gazele rezultate din procesul de ardere scaldă suprafața interioară a tuburilor sistemului fierbător, iar suprafața exterioară a tuburilor este acoperită de apă.

Căldarea ignitubulară este în general o căldare cu volum mare de apă.

Căldarea ***acvatubulară*** cunoscută și sub denumirea de căldare **tubuloasă** este căldarea la care apa circulă prin interiorul tuburilor sistemului fierbător, în exterior acestea fiind scăldate de gazele rezultate din procesul de ardere a combustibilului.

Căldarea acvatubulară este o căldare cu volum mic de apă.

Presiunea nominală, P_n este presiunea de lucru maximă admisibilă ce se are în vedere la proiectare.

Presiunea nominală de ***regim,*** P_r **reprezintă** valoarea presiunii vaporilor în căldare în timpul exploatării fiind mai mică cu 5% decât presiunea nominală: $P_r = 0{,}95\, P_n$.

Presiunea de utilizare, P_u este valoarea presiunii **vaporilor** la ieșirea din **supraîncălzitorul** căldării.

Temperatura nominală, T_n este valoarea temperaturii vaporilor supraîncălziți măsurată după regulatorul de temperatură sau la ieșirea din **supraîncălzitor,** la debitul nominal al căldării.

Debitul nominal al căldării, D reprezintă debitul maxim de vapori pe care căldarea trebuie **să-l** asigure pe timpul unei exploatări permanente: $D = \frac{Q_u}{i_x - i_{aa}}$, unde:

Q_u este cantitatea de **căldura utilă acumulată** de căldare;

i_x - entalpia vaporilor saturați; i_{aa} - entalpia apei de alimentare.

Debitul normal, D_{nor} reprezintă aproximativ 80% din debitul nominal fiind corespunzător unei valori optime a randamentului căldării.

Debitul minim, D_{min} **este** valoarea celui mai mic debit la care poate funcționa **căldarea,** pe o durată **nedefinită,** fără a suferi deteriorări.

Debitul specific al căldării, d_s reprezintă raportul dintre debitul nominal al căldării și suprafața de încălzire,

$$d_s = \frac{D}{A} \cdot 1000 \qquad \left[\frac{daN}{m^2h}\right]$$

Suprafața de încălzire reprezintă valoarea suprafeței măsurată pe partea gazelor de ardere a **pereților** căldării scăldați pe o parte de gaze, iar pe **cealaltă** de apă și vapori.

Tensiunea termică a focarului, ρ_f reprezintă cantitatea de căldură degajată prin arderea combustibilului în focar, care revine fiecărui metru cub al volumului focarului.

Ea este dată de raportul: $\rho_f = \frac{CQ_i}{V_f}$,

în care *C* este consumul orar de combustibil: V_f - volumul focarului.

***Capacitatea** de vaporizare a **combustibilului**, U* reprezintă cantitatea de **abur** în kg, obținută în căldare prin arderea unui kg de combustibil: *U = D/C.*

Pentru comparația diferitelor căldări se folosește capacitatea de vaporizare pe abur normal, *U* care este dată de relația:

$$U_{an} = \frac{D(i_n - i_{aa})}{640C} \quad [kJ/h].$$

Prin abur normal se înțelege aburul obținut la presiunea de 1 at din apa ce a avut inițial temperatura de 0°C sau aburul saturat la presiunea de 1 bar a cărui **entalpie** este 2676,6 **KJ/kg.**

*Randamentul **caldarii,*** η_c reprezintă raportul dintre cantitatea de căldură transmisă apei pentru a se vaporiza la parametrii de lucru și cantitatea de căldură introdusă prin arderea combustibilului în focar:

$$\eta_c = \frac{D(i_0 - i_{aa})}{CQ_i},$$

în care: D este debitul de abur al căldării, în **kg/h;**

i_0 - **entalpia** aburului la ieșirea din căldare, în **kJ/kg;**

i_{aa} - entalpia apei de alimentare, în **kJ/kg;**

Q_i - puterea **calorică** inferioară a combustibilului, în **kJ/kg.**

Pentru căldările cu **supraîncalzitor** expresia randamentului are forma:

$$\eta_{csi} = \frac{D(i_0 - i_{aa}) + D_{si}(i_e - i_i)}{CQ_i},$$

în care: i_e este entalpia aburului la ieșirea din supraîncalzitor;

i_i - entalpia aburului la intrare în supraîncalzitor.

9.2. Căldări ignitubulare

9.2.1. Căldarea ignitubulară cu flacără directă

Gazele rezultate din procesul de ardere din **focarul căldării** trec direct în țevile de fum și apoi în atmosferă.

9.2.2. Căldarea ignitubulară cu flacără întoarsă

Este căldarea la care gazele rezultate din procesul de ardere sunt evacuate din focarul căldării, prin țevi de fum dispuse între peretele **frontal** al căldării și peretele cutiei de foc. Gazele suferă o schimbare de direcție de 180°, după care sunt evacuate în atmosferă: această căldare are un randament mai mare decât căldarea **ignitubulară** cu flacără directă. Din punct de vedere constructiv căldările ignitubulare cu flacără întoarsă pot fi sudate sau nituite.

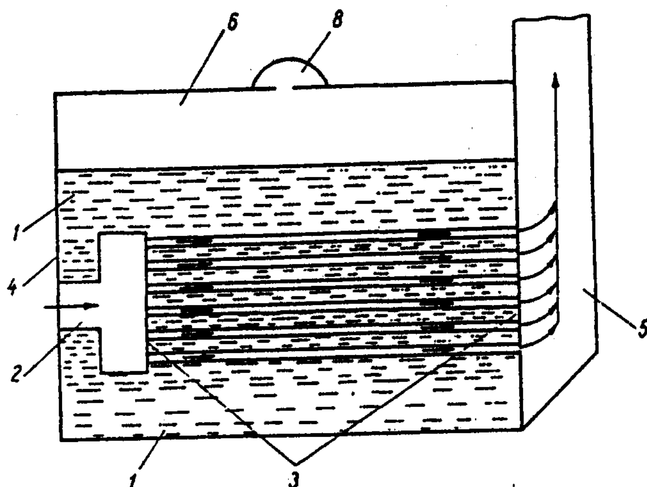


Fig. 9.1. Căldarea ignitubularăcu flacără directă:
1- corpul cilindric; 2- **focarul;** *3*- plăci **tubulare;** *4*- perete frontal; 5- cutie de fum; *6*- camera de vapori; 7 - camera de apă; *8*- domul căldării.

Căldările nituite au îmbinările executate prin **nituire;** ele au o greutate mai mare ca a căldărilor sudate, un grad de rigidtzare **sporit,** un cost mai ridicat și o presiune limitată în funcționare.

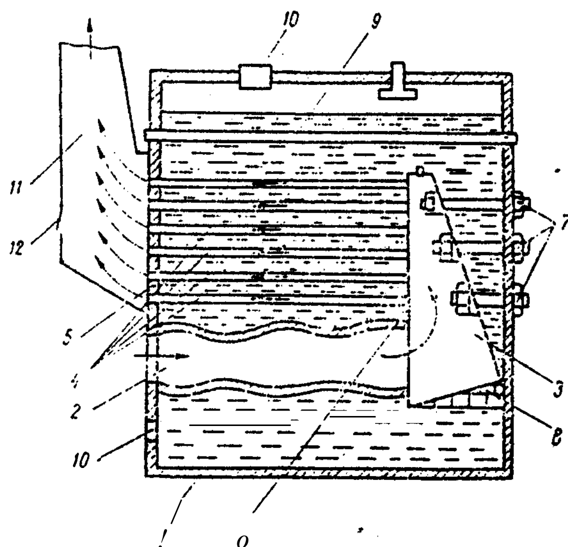
Corpul cilindric (anvelopa căl-dării) este învelișul metalic exterior ce delimitează lateral spațiul de apă și aburi al căldării. Anvelopa se construiește dintr-o singură foaie metalică sau din **mai** multe **tronsoane,** în funcție de lungimea și diametral căldării. Ca material se utilizează oțeluri calmate K_2 ,K_5 ,K_6 , K_7 și K_8 - **conform** STAS **2883-80.** Căldările navale cu flacără **întoarsă** au lungimea L = **2500-3000** mm și diametrul D = 5000.

Pereții căldării delimitează spațiul de apă și vapori al căldării în sens longitudinal. Peretele frontal se construiește din 1-3 zone în funcție de diametrul căldării.

Prima zonă este o suprafață plană dintr-o singură bucată; ea nu prezintă orificii fiind supusă doar efortului de presiune.

A doua zonă o constituie placa tubulară frontală în care se fixează țevile de fum. Deoarece această placă are practicate orificii, grosimea ei e mai mare decât grosimea plăcii superioare.

A treia **zonă,** placa **inferioară,** mai poartă numele de **"peretele focarului",** de ea **prinzându-se** tubul de **flacără.** De regulă are grosimea plăcii a doua; în această **zonă,** ca și pe tambur sunt practicate gurile de vizitare **(autoclavele). Gura** de Vizitare are O **formă** eliptică Şl, conform **RNR,** are dimensiuni de 300 • 400 mm



.2. Căldarea ignitubulară cu flacără întoarsă:
1- **corpul cilindric;**2 - tubul de flacără; *3*- cutia de foc; *4*- **snopul** de țevi; 5- placa tubulară frontală; *6* - placa tubulară a cutiei de foc; *7*- **antretoaze;** *S* - vatră de cărămidă; *9* - tirant **longitudinal;** *10* - guri de vizită; *11* - cutia de fum; *12*- **capac** de vizită.

Tubul de flacără are o formă **cilindrică**, cu nervuri de diferite dimensiuni ce permit **dilatarea** şi **contractarea** tubului în timpul funcţionării sau la stoparea căldării. Aceste tuburi lucrează la temperaturi ridicate, iar pereţii **acestora** suportă **presiunea** apei ce îi înconjoară. Presiunea apei are tendinţa să deformeze tuburile şi de **aceea** este necesar ca acestea să **prezinte** o rigiditate **suficientă** în direcţie **radială**. La capete, tubul este prins rigid şi etanş cu celelalte elemente ale căldării. Diametrul tubului este cuprins între **700-1200** mm, iar lungimea variază între **1500-2600** mm.

Materialul de construcţie al tubului este oţel Siemens- **Martin**, grosimea pereţilor fiind de 7-20 mm.

Cutia de foc este partea căldării de care se prinde tubul de flacără şi care formează o cameră suplimentară pentru desăvârşirea procesului de ardere; în acelaşi timp ea asigură schimbarea sensului de curgere a gazelor.

Pentru fiecare tub de flacără, căldarea are, de **regulă**, o cutie de foc aparte; există şi soluţii **constructive** cu două tuburi de flacără **funcţionând** cu aceeaşi cutie.

Peretele frontal al cutiei de foc formează placa **tubulară** a cutiei de foc.

Peretele posterior al cutiei se construieşte înclinat pentru a permite **intoarcerea** gazelor, iar pe cealaltă parte a peretelui se permite desprinderea cu uşurinţă a particulelor de **vapori** din masa de **apă**.

Partea superioară a **cutiei** sau cerul cutiei de foc (cerul focarului) este prevăzut cu un şurub de bronz care are la partea interioară un canal umplut cu plumb, pentru cazul în care nivelul apei în căldare scade sub nivelul minim admis; în acest caz plumbul din canalul şurubului se topeşte, iar vaporii vor pătrunde în focar şi în tubul de flacără provocând stingerea focului.

Ţevile de fum constituie partea esenţială a suprafeţei de încălzire a căldării, ele asigurând canalizarea gazelor de ardere de la **cutia** de foc **spre** atmosferă. Se disting două categorii de ţevi de fum: simple (ordinare, obişnuite) şi ţevi de legătură **(tirante)**.

Ţevile simple au rolul de a canaliza gazele spre evacuare şi de a transmite căldura spre spaţiul de apă al **căldării.Ţevile** de legătură au în plus rolul asigurării unei rigidităţi între peretele frontal al căldării şi cutia de foc. Grosimea ţevii **(peretele** ţevii) are **2-4** mm pentru ţevi simple şi 5-8 mm pentru ţevi tirante. Ţevile simple care constituie snopul **fierbător** reprezintă **60-70** % din totalul ţevilor, celelalte fiind ţevi tirante.

Prinderea ţevilor se face prin **mandrinare**, sudura sau combinat.

De **regulă**, capetele ţevilor simple, la ieşirea din cutia de foc, după mandrinare, sunt consolidate cu un cordon de sudură. La capătul dinspre cutia de **fum** rămâne liberă o porţiune de 10 **mm**, iar la cutia de foc **4-10** mm.

Ţeava **tirantă** are filet la ambele capete. Capetele ţevilor care ies din cutia de fum sunt mai mari în diametru decât la celelalte capete. Ţevile tirante sunt asigurate cu piuliţe şi **contrapiuliţe** (în cutia de foc).

Antretoazele sunt legături scurte, de **rigidizare**, între peretele din spate al cutiei de foc şi peretele posterior al căldării sau rigidizare laterală între două cutii de foc alăturate. Sunt bare din oţel cu secţiune circulară filetate la capete.

Camera de fiim se construieşte din tablă de **oţel** cu grosimea de 3-8 mm, prinderea **asigurându-se** prin şuruburi pe peretele frontal al căldării. Fixarea la nivelul de jos al cutiei de fum se face la **50-70** mm sub ultimul rând de **ţevi**. Camera de fum este protejată pe partea interioară împotriva gazelor cu un strat de azbest. Este prevăzută cu capace de vizitare pentru control şi remedieri.

9.2.3. **Căldările** orizontale

9.2.3.1. Căldările scoțiene (Scotch boilers)

Căldarea cilindrică **multi tubulară, sau scoțiană**, este cea mai cunoscută căldare **orizontală**. **(fig.9.3; 9.4**; 9.5).

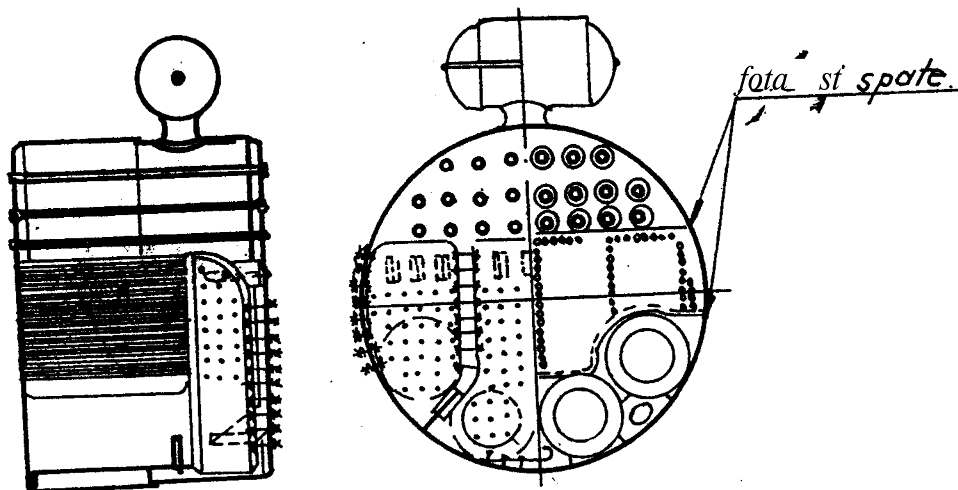


Fig. 9.3. Cea mai **veche** căldare **scoțiană** (1900)
Presiunea de lucru 6 bar.

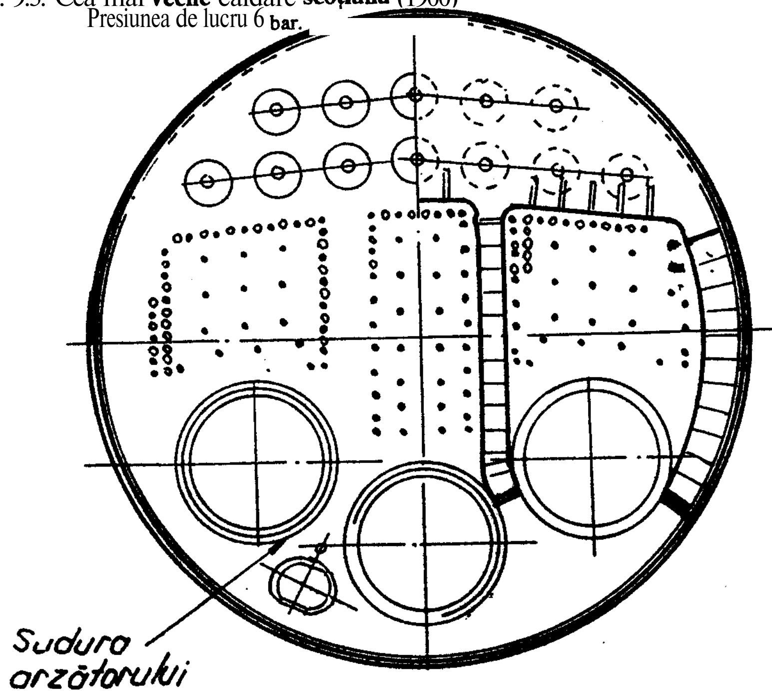


Fig.9.4 Vedere din spate a căldării din 1950.
Presiunea de lucru 11 bar.

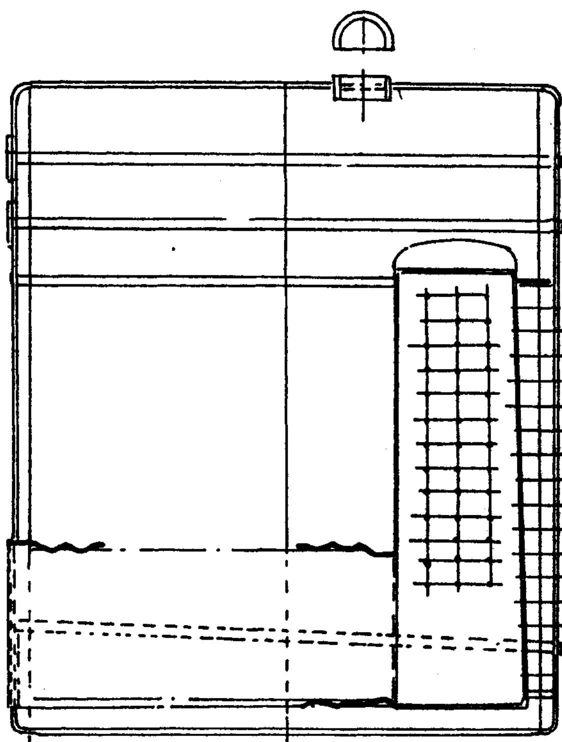


Fig.9.5. Secțiune prin **căldarea** scoțiană **din** 1950

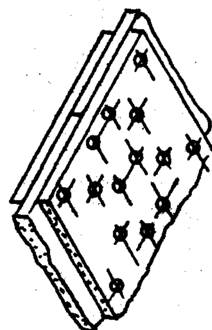


Fig. 9.6. îmbinare tipică **în dublă ecliså**

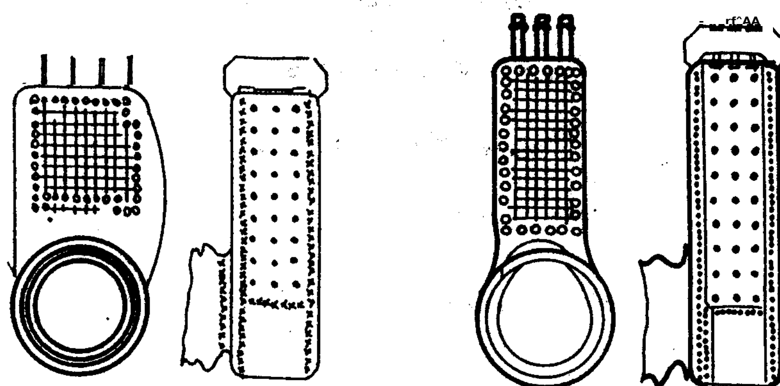
Cea mai frecventă variantă de căldare scoțiană este cea cu 3 focare, cu o singură ieșire, deși nu a trecut de mult perioada navelor de linie cu pasageri echipate cu turbine de mare putere și căldări cu **6-8** focare și 2 ieșiri. Principalele componente ale **caădării** scoțiene sunt **anvelopa(** carcasa **),pereții,** camerele de combustie, focarele, tuburile și **tiranții.**

Anvelopa (carcasa). La căldările nituite **anvelopa,** fig.9.6, constă dintr-un inel de oțel normal din două plăci, având două îmbinări cu **eclise** duble, triplu nituite, formând cusături orizontale. Rezistența la tracțiune **aanvelopei** este în mod normal de 44 - 50 **kg/mm^2,** deși uneori se pot folosi osaturi mai ușoare dar confecționate din oțel cu rezistența mai mare.

La **început,** plăcile fiind mici carcasa se compune din două sau mai multe inele de plăci, ca în fig.9.3, ceea ce era de regulă la căldările cu două ieșiri. Cusăturile de pe circumferința centrală erau nituite triplu în aceste cazuri. Ulterior, carcasa sudată a **înlocuit-o** pe cea nituită impunând fabricanților autorizația de sudură clasa I. Fig. 9.4 si 9.5 prezintă o căldare **scoțiană** complet sudată.

Peretii. Cei frontali și posteriori pot consta din plăci de **oțel** individuale, sau pot fi confecționați din mai multe plăci de grosimi diferite îmbinate cu eclisă și nituite sau cu cusături sudate transversal. La căldările nituite **pereții** frontali și posteriori au flanșă pentru montare pe carcasă iar la căldările sudate flanșele se sudează **cap-la-cap** de carcasă.

De remarcat că grosimea pereților depinde de presiunea de **lucru,** de **tiranți,** de flanșe, etc. în mod obișnuit pereții sunt realizați din plăci de 2 sau 3 grosimi diferite, fiecare grosime corespunzând unei anumite sarcini. La căldările nituite pereții se **nituiesc** pe carcasă cu flanșa spre exteriorul cusăturii **circumferențiale** deși, dacă se folosește **nituirea** hidraulică la cusătura de închidere, pereții **au** flanșa în **interior. (fig.9.7** și fig.9.8).



Cameră centrală nituită **Cameră cu aripi sudate**

Fig. 9.7. Detalii constructive ale tipurilor variate de cameră de combustie

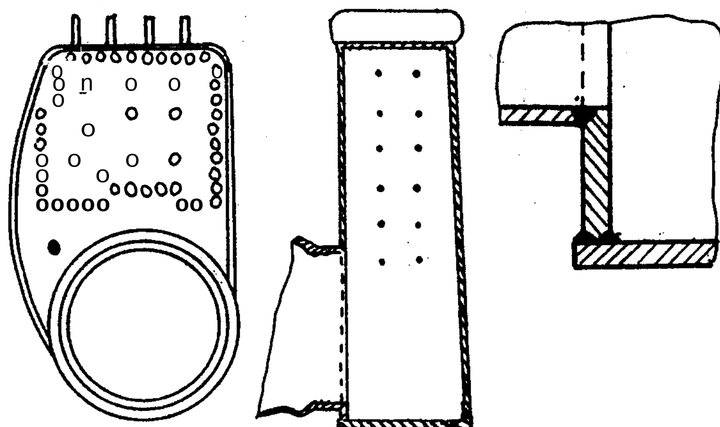


Fig. 9.8. Soluții constructive pentru camerele de combustie, sudate,

Camerele de combustie. Aici are loc combustia, în afara celei produse deja în focare. Aceste camere înconjurate de apă constituie suprafețe de încălzire și de aici produsele combustiei circulă ascendent prin tuburi. Aflată permanent în compresie, camera de combustie se pretează excelent la sudura electrică. Fig.9.7 și 9.8 prezintă detalii constructive.

Focarele. Căldările scoțiene au focarele confecționate în prezent din oțel ondulat cu cusături sudate, ondularea asigurând la o grosime dată, o rezistentă suplimentară și flexibilitate longitudinală. La început, ele constau din profile cilindrice îmbinate prin cusături suprapuse sau eclise nituite.

Numărul de focare depinde de diametrul căldării. La diametrul până la 3.5 m se folosesc 2 focare, la diametre ϕ=3,5÷5 m - 3 focare, iar peste 5 m - 4 focare. Fig.9.9 prezintă tipurile de onduleu folosite la focare.

La căldările scoțiene, focarele pot fi întotdeauna scoase. La focarele nituite de camerele de combustie, aceasta se realizează asigurând la capătul interior al focarului un gât și o flanșă, flanșa având o formă care să-i permită scoaterea prin deschiderea pereților. La construcțiile sudate focarul se sudează direct cu deschiderea flanșată pe placa frontală sau tubulară a camerei de ardere. Fig.9.9 prezintă exemple tipice.

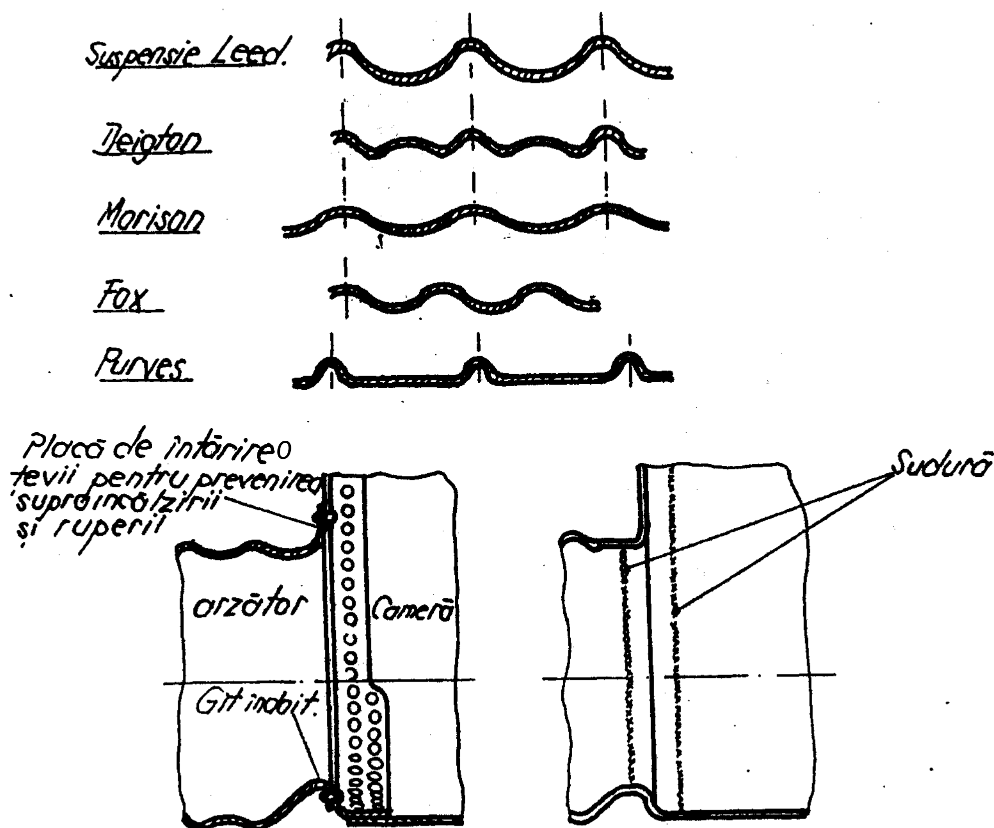


Fig. 9.9. Metode de execuție ale tubului de flacără

Tuburile. Pereții tuburilor frontale și pereții tuburilor camerei de combustie sunt uniți prin **tiranți,** care sunt fixați prin înșurubare de amândoi pereții au grosimi diferite în funcție de peretele pe care trebuie **să-l susțină.** într-un lăcaș pot fi tuburi de grosimi diferite, grosimea minimă admisibilă a tuburilor, măsurată la baza **filetelor,** fiind de 6,5 mm pentru tuburile din margine și 5 mm pentru celelalte. Pasul **filetului** este de obicei 9/25 **mm,** capătul de evacuare al fumului fiind mai larg și cu filet **continuu,** astfel ca la inserare să se poată înșuruba prin ambii pereți. Uneori capetele **tiranților** se pot suda - vezi fig.9.10, astfel **asigurându-se** etanșarea în timpul funcționării, dar **aceasta crează** greutăți la înlocuire. Materialul tiranților este de obicei din **oțel.** Tuburile simple formează principala parte a suprafeței de încălzire și se realizează din oțel sudat prin suprapunere, oțel sudat fără cusătură sau cu rezistentă electrică.

Tuburile interioare dintr-un lăcaș sunt inaccesibile și trebuie bine curățate pe ambele părți, altfel valoarea suprafeței de încălzire scade rapid. Tuburile simple au de obicei **60-90** mm diametrul exterior cu grosimea materialului de **3÷4,5** mm și se **etanșează** pe **pereți** prin **mandrinare,** uneori suplimentată printr-o **sudură** de etanșare - vezi fig. **9.11.**

Tiranții. La **inceput tiranții** erau fixați prin înșurubare, dar în prezent sunt din bară sudată la ambele capete. **Fig.9.12** prezintă metode de prindere a tiranților sudați din camera de combustie și a tiranților longitudinali.

Deși în prezent nu se mai produc căldări scoțiene mari, cu multe focare, în ultimii ani a apărut o nouă generație de căldări mici compacte.

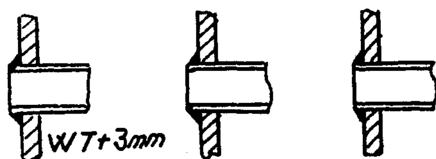


Fig. 9.10. Sudarea țevilor

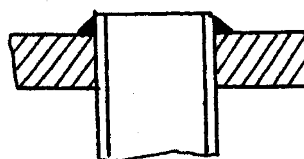
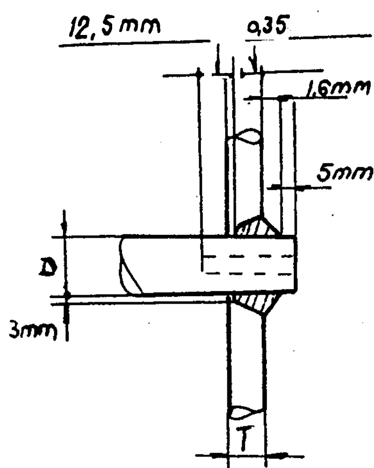


Fig.9.11. Detaliu de prindere a țevilor în plădle tubulare



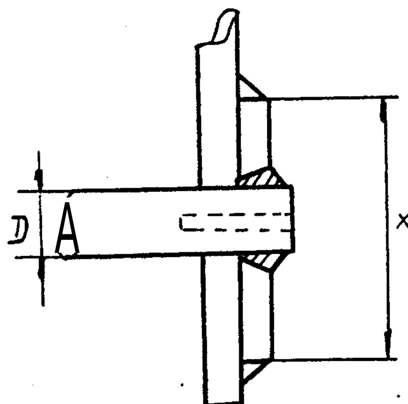


Fig.9.12. Prinderea tiranților prin sudură

9.23.2. Căldări Howden-Johnson și Căpuș

La aceste căldări, folosite uneori ca unități de propulsie principale, focarele se situează între cei doi pereți de capăt. Camera de combustie, comună la **Howden-Johnson** și divizată la Căpuș este în spate înconjurată de tuburi de circulație și un zid de cărămidă - vezi **fig.9.13** și **9.14.** Aceste căldări au camera de combustie separată de anvelopa **cilindrică,** construcția lor simplificată permițând presiuni mai înalte decât la căldările scoțiene. Tuburile asigură o circulație rapidă și eficientă a apei, dar curbura și diametrul lor mic necesită ca apa de alimentare să fie relativ pură. Ambele tipuri de căldări au **supraîncalzitoare** în camera de combustie. La căldarea **Howden-Johnson** colectoarele **supraîncălzitorului** sunt plasate deasupra camerelor de combustie ele **mentele** supraîncălzitorului fiind orientate în jos, în timp ce la căldarea Căpuș capetele sunt situate în partea de jos a părții posterioare a căldării, elementele pătrunzând în sus în camera de combustie și formând peretele dorsal al respectivei **camere.Căldările** Howden-Johnson fără supraîncalzitoare sunt produse de către un fabricant japonez - fig.9.15.

Având o construcție sudată sunt realizate **într-o** gamă dimensională largă cu capacități de la 1700 **kg/h** la 15000 **kg/h, diametre** corespunzătoare ale carcasei de la 2200 mm la 4600 mm și presiuni până la 10,5 bar. Căldările mici au focare simple , iar cele mari au focare duble. Cel mai mic model echipează nave frigorifice rapide noi furnizând abur în scopuri auxiliare - vezi fig.9.15.

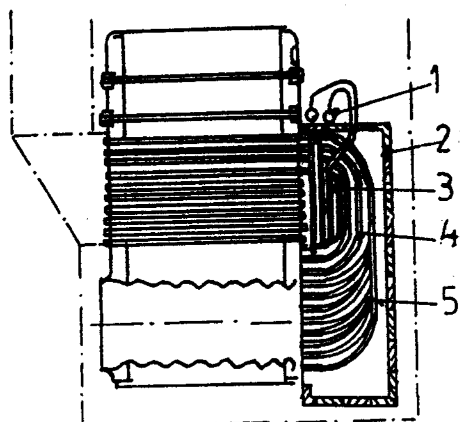


Fig. 9.13. **Căldarea Howden-** Johnson
1- colectoarele **supraîncălzitorului;** *2*- cărămida refractară; *3*- **supraîncălzitor;** *4*-**tub** pentru **circulația** apei; 5- cameră de combustie.

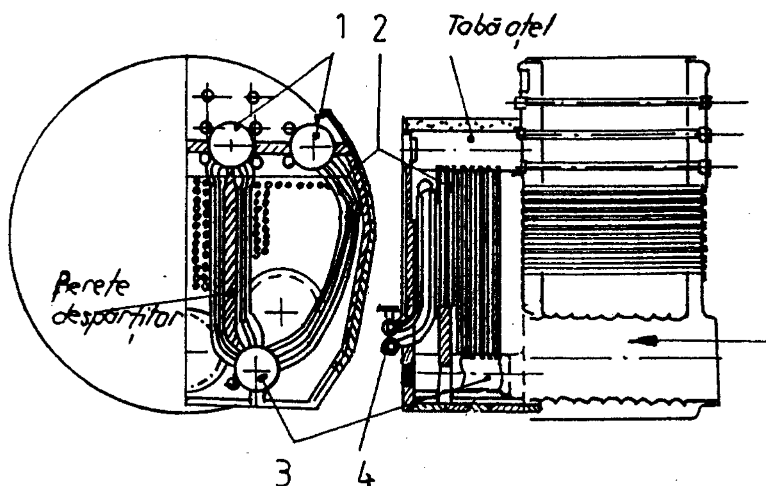


Fig. 9.14. Căldare Căpuș
1- colector **apă/** abur, 2- țevi coborâtoare; *3*- colectorul **economizorului;**
4- colectoarele **supraîncălzitorului.**

9.2.3.4 Căldări tip Cochran "Chieftain"și "Wee Chieftain"

Fig.9.16 prezintă o vedere longitudinală printr-o căldare Cochran "Chieftain". Este un grup generator de abur cu retur **semiumed** cu o suprafață mare de încălzire față de gabaritele sale prezentând o eficiență ridicată. Domeniul dimensiunilor este larg, cu capacități între 2000 **kg/h** și 15000 **kg/h,** presiunile de lucru fiind de maxim 17,5 bar. La dimensiuni mari construcția prevede 2 focare. Dimensiunile **gabaritice** sunt de la diametre de 1753 mm și lungimi corespunzătoare de 4623 mm până la diametre de 4039 mm și lungime de **7112** mm.

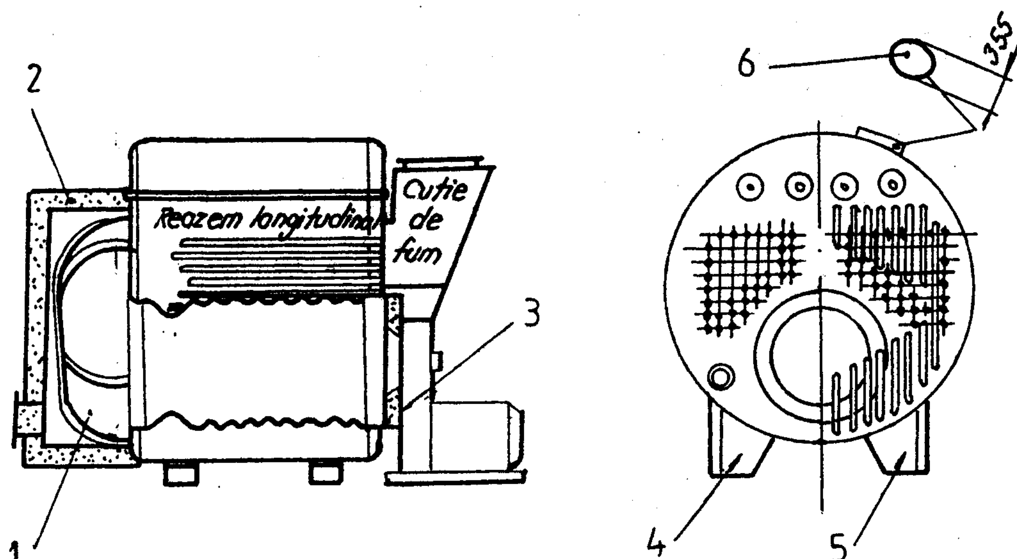


Fig. 9.15. Căldare Osaka OEH tip **Howden-** Johnson
Presiune de lucru 8 bar și debit de **1700kg/h**
l- camera de combustie (**cutia** de foc); 2- perete refractar, *3*- arzător, *4*- vedere perete frontal; 5- vedere perete posterior, *6*- gură de vizită (**autoclavă).**

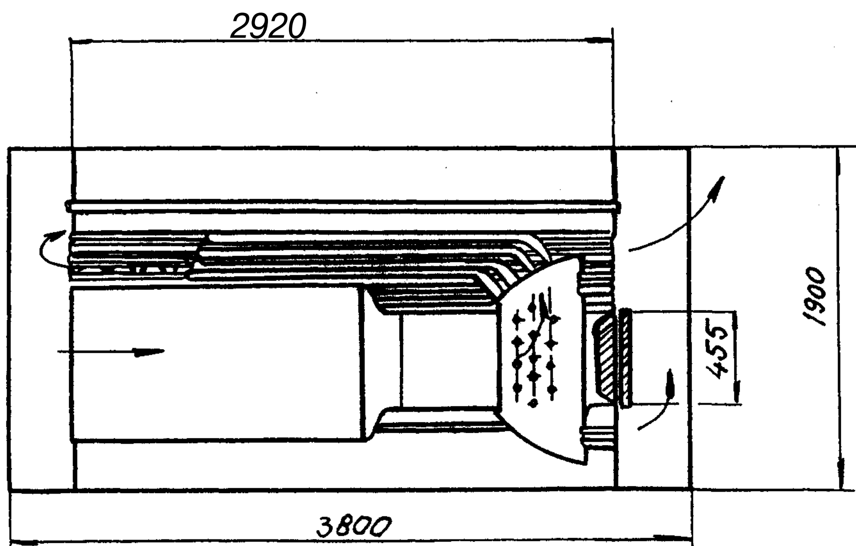


Fig.9.16. Secțiune longitudinală a căldării **Cochran Chieftain,**
Presiunea de lucru **17,2** bar, Evaporare 3068 **Kg/h**

Fig.9.16 prezintă o secțiune **printr-o** căldare **"Chieftain"** tipică cu triplu flux al gazelor de ardere. Prima trecere are loc la nivelul tubului de flacără ce este îngustat **cam** la **2/3** din lungime pentru ca gazele să fie accelerate înainte de intrarea în camera de combustie și să fie accelerate înainte de intrarea în camera semisferică de combustie și să se asigure o flexibilitate structurală. Grosimea pereților tubului de flacără este de 21 mm ceea ce asigură o creștere a rezistenței față de variantele anterioare la **care** pereții erau mai subțiri necesitând două inele de **ranforsare.** Diametrul **de** 840 mm este mare comparativ cu gabaritul căldării.

Porţiunea îngustă face legătura cu singura cameră de combustie sferică. **Construcţia** camerei (răcită cu apă) combinată cu cea a focarului mare realizează temperaturi scăzute reducând la minim riscul apariţiei pericolului de fluaj a **tubulaturlor.**

Peretele dorsal al camerei de combustie este rigidizat de 10 **tiranţi** confecţionaţi din bare şi legaţi de peretele dorsal al anvelopei căldării.

Tuburile de evacuare a gazelor arse asigură **celelalte** două fluxuri:

- Prima constă numai din tuburi **simple, curbate** la **un** capăt ca să poată pătrunde radial în **orificiile** plăcii camerei de combustie **emisferice.** Ele sunt **usor mandrinate,** apoi etanşate prin sudură la capătul de legătură cu camera de combustie: pe **placa** frontală se fixează prin simplă **mandrinare.**

- Al doilea flux a doua trecere, este asigurat de primul fascicul format din tuburi simple. Tuburile simple sunt fixate în plăci prin mandrinare, în timp ce tuburile cu **tiranţi** sunt fixate în plăci prin mandrinare, apoi sudate.

Varianta **"Chieftain"** cu trei zone de **tubulatură,** cu dimensiuni mai mici, este cunoscută ca "**Wee** Chieftain". Aceste **caldarine** au capacitate de 710 ÷ 2800 **kg/h** şi lucrează la presiuni de maxim 10,4 bar. Construcţia carcasei de presiune este foarte asemănătoare cu cea a **"Chieftain"-ului,** dar osaturile sunt mai uşoare. Varianta constructivă a focarului şi a camerei de combustie se selectează în funcţie de capacitatea şi mărimea căldării respective. **Fig.9.17,** 9.18 şi 9.19 prezintă trei variante de căldare "Wee Chieftain".

9.2.3.4. Căldarea "Steambloc"

Căldările "**Steambloc**" fac parte din categoria căldărilor compacte orizontale cu tuburi de **recirculare,** cu un singur focar şi cutia de foc uscată de mare randament. Sunt realizate într-o gamă dimensională mare, cu capacităţi de evaporare de **520÷10000 kg/h** şi presiuni ale aburului până la 17 bar. Cea mai simplă variantă prezintă două **snopuri** de ţevi şi un tub de flacără (furnal) drept - vezi **fig.9.20.**

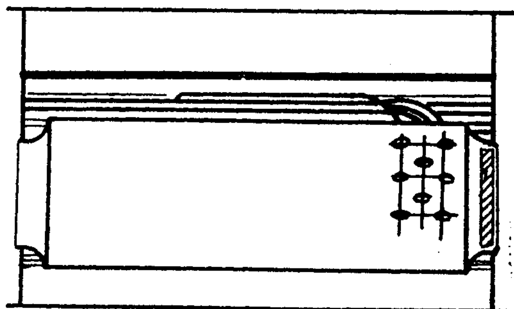


Fig. 9.17. Secţiune în lungul învelişului de presiune al căldării **Cochran** Wee Chieftain(**1220**)
Presiune de lucru 10,4 bar;
Rata de **evaporare 1120kg/h.**

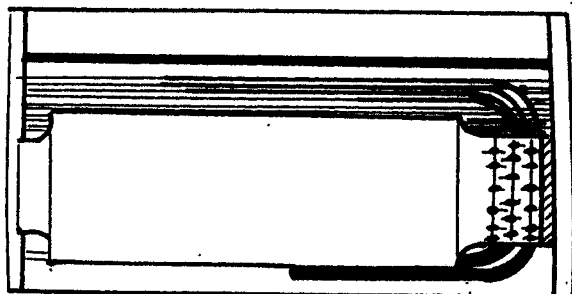


Fig. 9.18. Secţiune în lungul **învelişului** de presiune al **căldării** Cochran Wee Chieftain (1320 mm)
Presiune de lucru 10,4 **bar;**
Rata de evaporare 2000 **kg/h.**

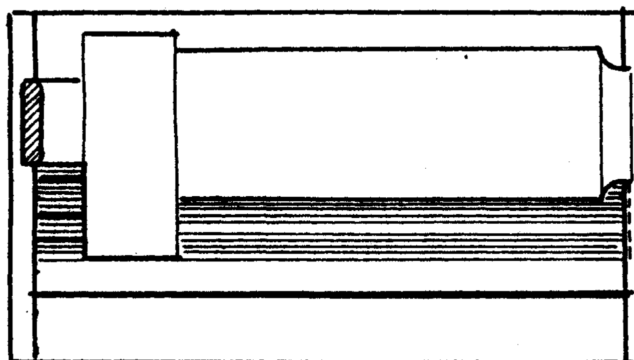


Fig. 9.19. Secţiune în lungul învelişului de presiune al căldării Cochran Wee Chieftain (1620 mm)
Presiune de lucra 10,4 bar, Rata de evaporare 2800 **kg/h.**

Cutia de foc este o incintă construită din din oţel moale de căldare, căptuşită la interior cu material refractar. Anvelopa căldării este construită din tablă de oţel **calmat,** având grosimi mult mai mici decât grosimea pereţilor furnalului, în timp ce plăcile **tubulare** sunt confecţionate din table având cea mai mare grosime în cadrul elementelor constructive ale căldărilor din familia **"Steambloc".** Căldările de mari dimensiuni din această **clasă,** prezintă un tub de flacără parţial ondulat

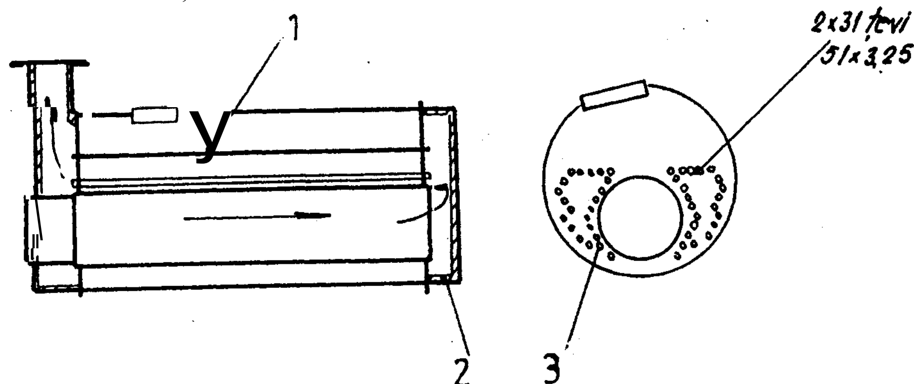


Fig. 9.20. Căldare "Steambloc" 200
Presiunea de lucru 7,8 bar
l- **tiranţi;** 2- perete **refractar** ; *3*- ţevi tirante.

şi trei fluxuri de gaze. vezi **fig.** 9.20. Cutia de foc prezintă o diafragmă de separare a trecerii a doua (a fluxului doi) de gaze de cea de a treia trecere (fluxul trei) de gaze de ardere. **Fig.9.21** prezintă această dispunere precum şi uşa exterioară principală. Construcţia cu două uşi asigură o excelentă izolare şi facilitează efectuarea verificărilor, menţinând minime pierderile prin radiaţii. Aceste tipuri de căldări se pot construi cu supraîncalzitor plasat în cutia de foc - vezi fig.9.22. Altă caracteristică a unei variante de căldare **"Steambloc"** o constituie camera de combustie cu răcire cu apă. Ea se **menţine** de la vechea căldare "Căpuş" şi are avantajul că elimină necesitatea de a izola colectorul posterior de fum uscat cu un strat refractar gros, care **crează** probleme de întreţinere. Fig.9.23 arată construcţia tipică a unui colector răcit cu apă. Este important de notat că în spaţiul dintre tuburile de apă se află o bandă de oţel sudată continuu de tuburi **creind** astfel o diafragmă. **Fig.9.24 ilustrează.caracteristicile** acestei diafragme.

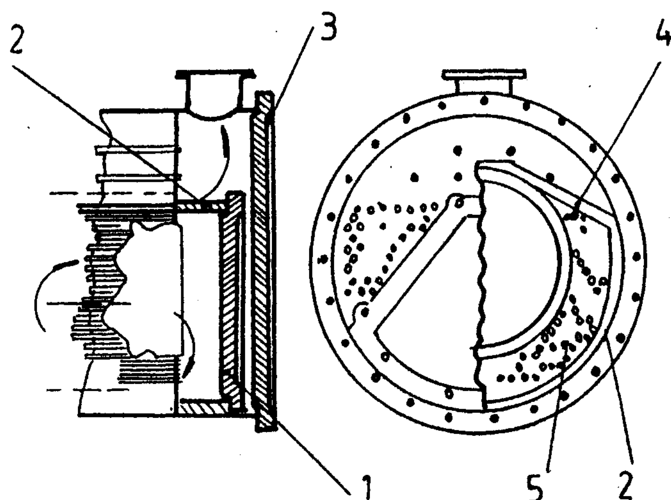


Fig. 9.21. Cutia de fum din spatele căldării **"Steambloc"** cu trei **treceri**.
1- ușă interioară; *2*- deflector gaze; *3*- ușă posterioară exterioară; *4*- țevile fluxului al 3-lea; 5- țevi de fum **ordinare.**

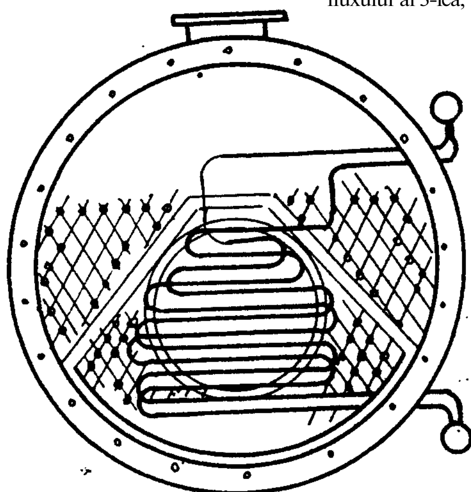


Fig.9.22. Căldare **"Steambloc"cu supraîncălzitor** plasat în cutia de foc

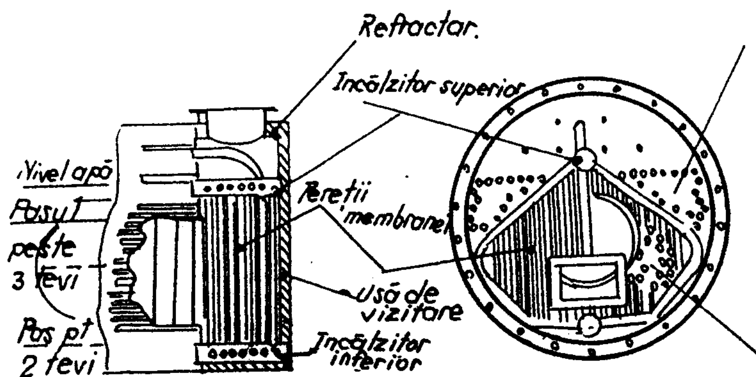


Fig. 9.23. **Secțiune** prin cutia de foc a "Steambloc Senior Type" a căldării 700 cu benzi de **oțel**.

Altă excepţie de la construcţia standard apare în Fig.9.25. Axa centrală a focarului parţial ondulat se află deasupra axei centrale a carcasei de presiune. In partea **posterioară**, focarul este legat de o cameră de combustie **circulară**, cu retur umed. Mai există două zone de tuburi de gaze arse ieşind din camera de combustie trecând partea frontală a căldării (I) şi de aici de la colectorul de fum frontal la cel posterior ( ). O asemenea căldare are capacitatea de evaporare de 5000 **kg/h** şi presiunea de lucru de 10 bar.

Această variantă pare să aibă **un** dezavantaj: o lipsă de apă ar face focarul inutilizabil mult mai repede decât dacă focarul ar fi situat mai jos în căldare.

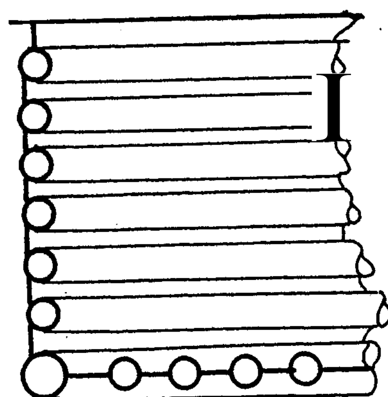


Fig. 9.24. Detaliu al **pereţilor** de apă cu benzi de **oţel** ataşate ţevilor pentru formarea membranei

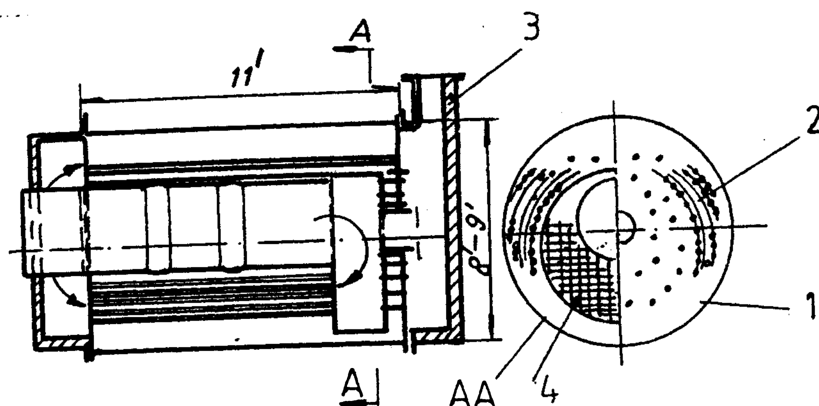


Fig.9.25. Căldarea **"Steambloc** Type **"480**
1- vedere din spate; 2- ţevile fluxului al 3-lea; *3*- perete refractar, *4*- ţevile fluxului al 2-lea.

Majoritatea căldărilor orizontale de mărimi mici până la medii echipând navele în prezent au construcţii similare cu cele deja discutate. Fig.9.26 prezintă o **căldare mai** rar întâlnită de fabricaţie continentală cu un cuptor "descentrat" încorporând o **cameră** de combustie de formă ovală.

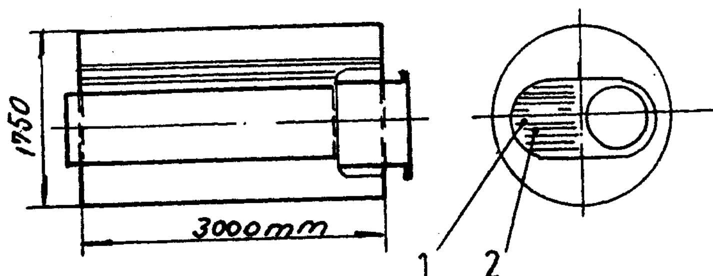


Fig. 9.26. Căldare orizontală cu cameră de combustie ovală cu 2 treceri- (construită de Blahm şi Vass)
Presiunea de lucru **11,8** ; *1*- ţevi tiranie; 2- ţevi ordinare.

9.2.4. Căldări verticale

9.2.4.1. Căldarea cu tuburi încrucișate

Această căldare destinată funcționării pe uscat în scopuri generale a fost până acum 30 ani, întâlnită adesea la bordul navelor.

Este o **construcție** simplă nituită **(fig.9.27)** constând dintr-o carcasă cilindrică sau ușor conică în care se află dispersate **2-3** tuburi de apă mari. Scopul tuburilor este să împrăștie gazele de ardere și să le absoarbă căldura. Partea de sus a camerei de combustie este plată sau ușor **curbată**, necesitând ancorarea de carcasa exterioară. Rigiditatea în partea de jos a căldării este asigurată de peretele dublu de metal, gros, format din fundul camerei de combustie și al carcasei, sub care este prevăzut inelul de bază al căldării.

O variantă mai modernă de căldare verticală cu maxim 16 tuburi transversale este prezentată în **fig.9.28** ea mai este utilizată încă pe nave **ca**, de **exemplu**, **traulere** cu motor diesel, și are o **presiune** de lucru **de7** bar.

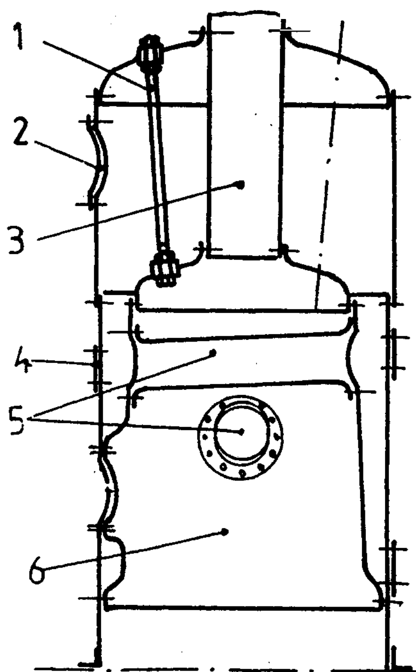


Fig.9.27. Căldare verticală cu tuburi încrucișate

7- tiranți dispuși inelar, 2- gură de vizită **(auto-clavă)**; *3*- țeava evacuare gaze arse (coș); ***4*-gură** de vizită; 5- țevi încrucișate pentru apă; 6- camera de combustie (**focar**)

Căldarea **Cochran**

Inițial aceasta a avut o **cameră-focar emisferică** a cărei circumferință era fixată cu un inel ogival de fundul carcasei **(fig.9.29)**. **Produșii** de ardere treceau printr-o zona îngustată într-o cameră de combustie din spatele căldării, apoi prin tuburi ajungeau la colectorul de fum situat frontal. Bolta căldării, ca și focarul, era emisferică și deci nu avea **tiranți**. In varianta cu combustibil lichid această căldare **se** folosea frecvent pe vase cu motoare diesel.

Ca să se evite pătrunderea directă a flăcării în partea de jos a focarului, se folosea o izolație de **cărămidă**, deoarece în zona îngustă cu apa din fundul căldării tindeau să se colecteze scurgeri periculoase în cazul **supraâncălzirii.** Presiunea de lucru se situa în general între 7 – 9 bar.

La variantele mai mari s-a renunțat la focarul 5 semisferic cu prindere cu inel ogival, **optându-se** pentru un focar sferic și o construcție complet sudată a căldării **(fig.9.30)**

Proiectanții susțin că există următoarele avantaje: acces lejer la interior în vederea curățirii și verificării; curățirea tuburilor și întreținerea exterioară sunt simple; nici o suprafață din căldare, deasupra nivelului apei, nu este expusă la temperatură înaltă a gazelor; focarul sferic este ideal din punct de vedere al rezistenței structurale și, prin **suprafața** sa radiantă mare, asigură obținerea unei cantități de abur mai mare decât cea produsă de o căldare cu focar semisferic de aceleași dimensiuni; nu există izolații de **caramidă**, exceptând căptușeala arzătorului care trebuie întreținută și reînnoită. Asemenea căldări au presiuni de lucru **de 17** bar (la dimensiuni mici) și 10 bar (la dimensiuni **mari)** cu debite **corespunzatoare** de la 100 **kg/h.**

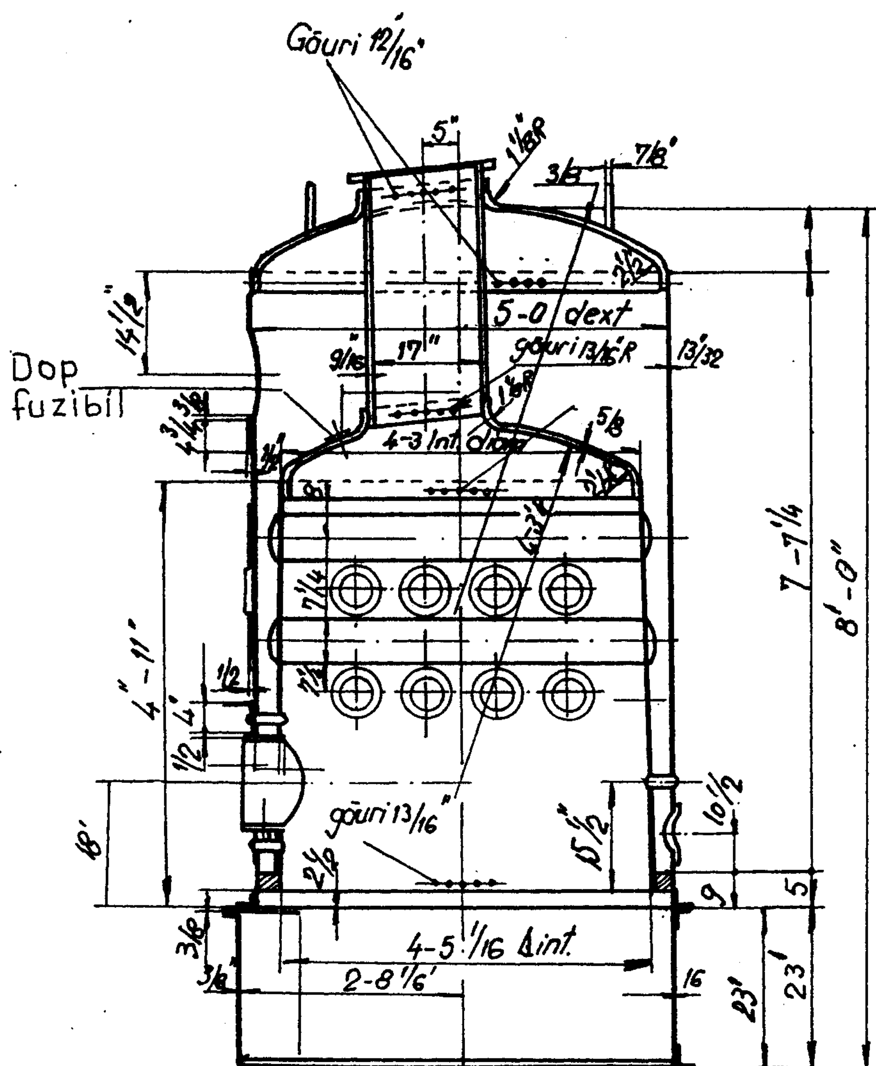


Fig. 9.28. Căldare cu tuburi încrucișate construită de Charls D. Holmes & Co Ltd.
Presiunea de lucru 7 bar.

9.2.4.2. Căldarea Aalborg

De la introducerea sa în 1947 căldarea de tip Aalborg AQ3 a trecut prin diverse stadii de dezvoltare. Fig.9.31 prezintă o construcție actuală.

Lucrările de specialitate le denumesc uneori "acvatubulare". Ele sunt însă căldări ignitubulare deoarece, ca la toate căldările verticale, suprafața principală de încălzire este un focar cilindric, situat în spațiul cu apă din partea inferioară a carcasei.In principiu, aceste căldări constau dintr-o cameră de apă inferioară și o cameră de apă/abur superior, care comunică printr-un număr mare de tuburi verticale pentru ascensiunea apei și două tuburi

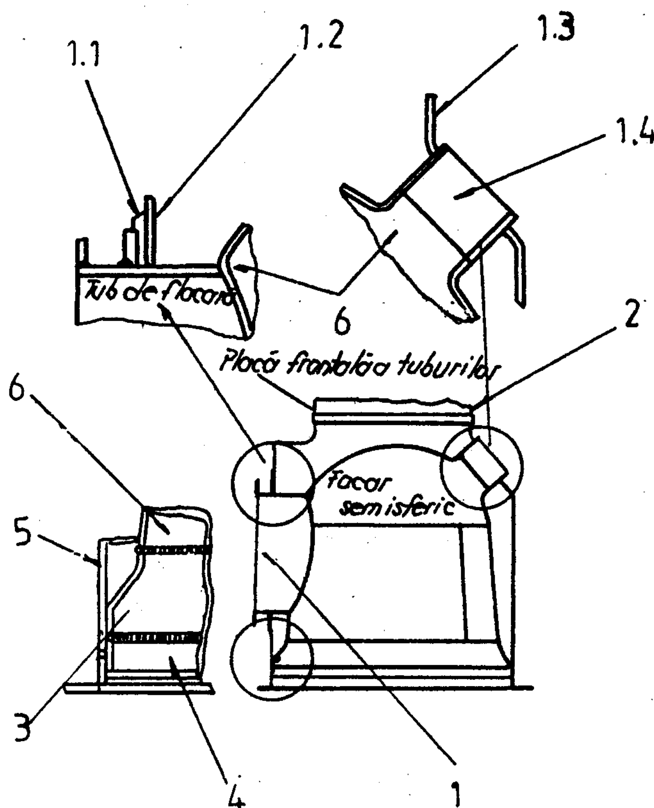


Fig. 9.29. Părți din căldarea verticală. Cochran cu focar semisferic cu construcție sudată a virolei:
7- tub de flacără; (*1.1*-**inel** de compensare, 7.2- **virolă,** 7.3- **placă** spate a tuburilor, *1.4*-**țevi** de **fum)** 2- placă **tubulară;** *3*- inel **ogival;** *4*- inel de fundație; 5- virolă; 6- placă focar.

coborâtoare de **diametre** mari. Cele două conducte coborâtoare au un rol esențial pentru asigurarea unui debit mare de circulație a apei **când** este necesară o cantitate maximă de abur. Cam o treime din tuburi sunt cu **tirante,** majoritatea fiind situate pe un inel în imediata apropiere a periferiei plăcilor tubulare, constituind zone de deflexie exterioare ale acestor plăci unde, la presiuni mari apar tensiuni, eforturi ridicate.

Pe lângă **rigidizarea** asigurată de tuburile tirante ce ocupă aproximativ o treime din circumferința plăcilor tubulare, corpul căldării se rigidizează față de plăcile tubulare și cu ajutorul unui **tirant** central de 65 mm în diametru (vezi secțiunea C-C din **fig.** 9.32.)

Gazele de ardere urcă prin conducta de evacuare elipsoidală în camera de fum unde sunt dispersate uniform cu ajutorul unor șicane **deflectoare** fixate de primul rând de tuburi după care sunt evacuate în atmosferă prin coș.

Căldarea este prevăzută cu un tirant, **bară,** central dispus între placa tubulară superioară a și placa boitei căldării, un alt tirant existând între placa tubulară inferioară și bolta focarului. Este o construcție relativ simplă și, după introducerea recentă a plăcilor tubulare fără flanșă - vezi **fig.9. 31,** numai placa boitei căldării și cea a boitei focarului pot fi formate la rece, ceea ce nu prezintă dificultăți.

Căldarea este o construcție sudată. Cusăturile căldării sunt **radiografiate** 100%, **iar** grosimea tablei căldării este **sub 20** mm ceea ce face inutil tratamentul termic final al

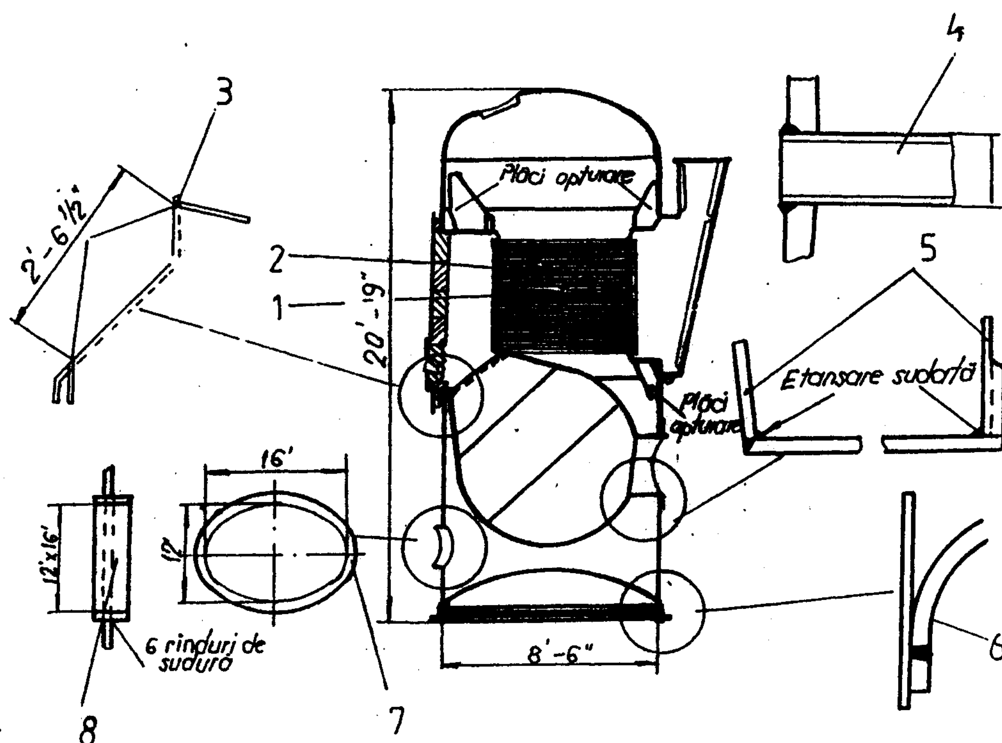


Fig. 9.30. Up recent de căldare sferică Cochran.
1-tuburi tiranţi; 2- tuburi normale; *3*- etanşare prin sudură; *4*- detaliul tuburilor tiranţi; *5*- detaliul tuburilor de foc sudaţi; *6*- detaliul de bază; *7*- garnitură autoclavă; *8*- autoclavă vizită.

structurii complete.

Gama dimensională variază de la debite de 800 kg/h la 12500 kg/h, cu presiuni de lucru de cca. 7,5 bar - cele mai des utilizate. In fig.9.32 se prezintă însă un model pentru presiuni până la 25 bar, de mărime corespunzătoare. La dimensiunile mai mari, atât partea conică a focarului cât şi conducta de evacuare a gazelor sunt fixate de carcasa căldării antretoaze.

Cea mai modernă variantă Aalborg este căldarea AQ9 (fig.9.33). La aceasta focarul este delimitat de un rând de tuburi cu diafragmă, aripioare, ce formează un perete de apă, fixate la capătul inferior de un colector circular. Intre colectorul de apă/abur şi colectorul circular sunt prevăzute conducte descendente cu diametru mare, care asigură o circulaţie adecvată, evitând supraîncălzirea tuburilor focarului.

Gazele de evacuare sunt aspirate prin conducta centrală; plăcile deflectoare fixate de tuburile de apă verticale din colectorul de fum determină circulaţia lor în spirală spre conducta de evacuare la coş. Asemenea căldări pot avea capacităţi de generare a aburului de peste 15000 kg/h şi presiuni peste la 16 bar.

La bordul navelor se pot întâlni variante ale căldării AQ3 adaptate pentru utilizare ca incinerator pentru deşeurile de combustibil şi deşeurile solide. Focarul este mai mare, cu manta de material refractar, ce permite menţinerea unei temperaturi înalte necesare arderii deşeurilor solide şi un amestec de combustibil cu maxim 50% apă.

Focarul are anexată o cameră specială o antecameră unde materialele solide (ex. deşeurile de bucătărie) sunt gazeificate de către gazele fierbinţi venind din focar prin orificiile inferioare practicate în peretele despărţitor. Gazele rezultate ies prin găurile superioare practicate în perete şi ajung în focar, unde se produce combustia finală. Deşeurile

sunt introduse în **antecameră** cu dispozitive speciale iar uşa **antiexplozie** elimina riscul **deteriorării căldării** în cazul unei explozii în antecamerâ deşeurilor.

Mulţi producători realizează căldări de construcţie similară cu populara AQ3. La **fig.9.34** şi 9.35 sunt prezentate două asemenea modele, având caracteristici originale. Trebuie remarcat că inelele verticale de rigidizare sudate de inelele de fundaţie din profil "U" formează principalele elemente de rezistenţă ale acestor căldări, limitând deformarea **profilelor** "U" când **căldarea** este sub presiune.

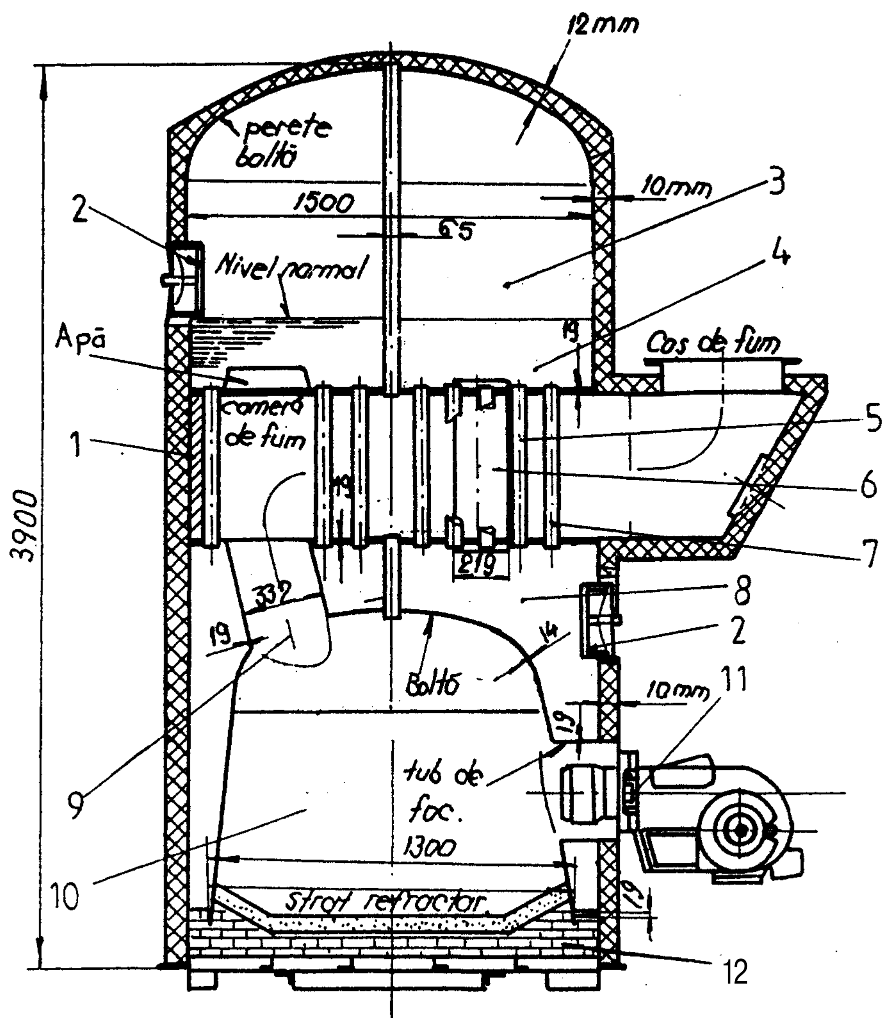


Fig. 9.31. Căldare verticală **Aalborg** AQ3

Presiune de lucru 7 bar.

1- cameră de **fum;** 2- gură de vizitare; *3*- cameră **apă/abur;** *4*- placă **tubulară** superioară; 5- tuburi pentru apă; *6*- cameră inferioară; *7*- ţevi **tirante;** 5- camera de apă; 9- tub eliptic pentru gazele de ardere; *10*- focar, *11*- **arzător;** *12*- vatră cărămidă refractară.

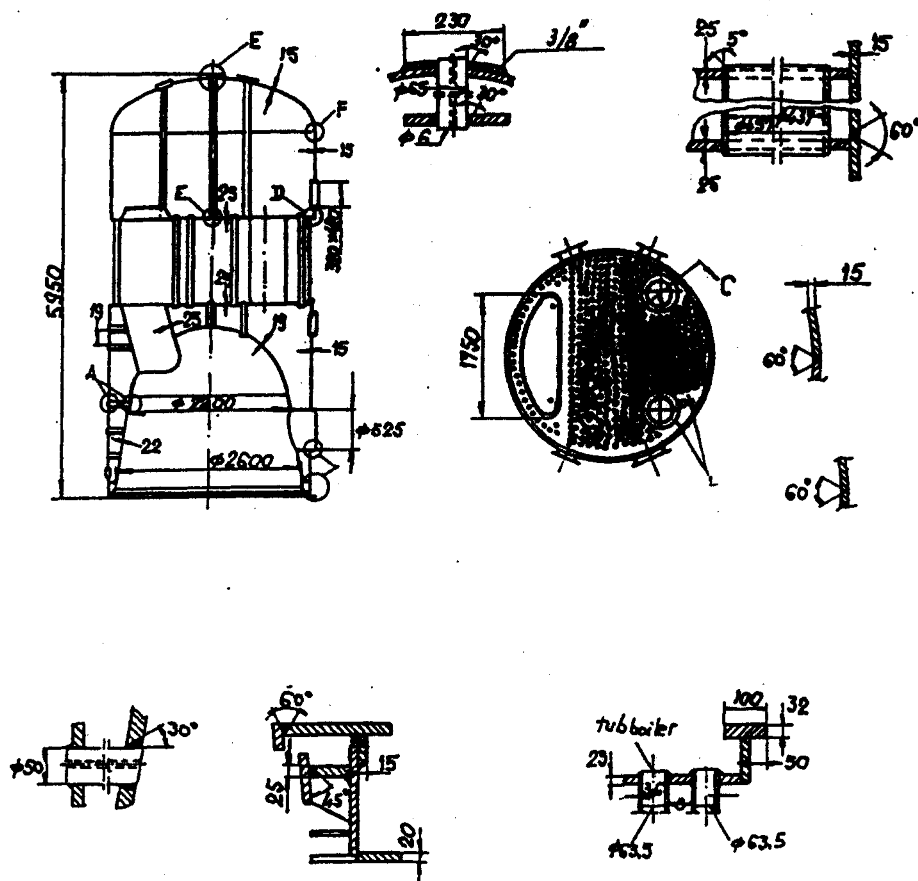


Fig. 9.32. Planul şi **vederea secţionată** a căldării **AalborgAQ3**

9.2.4.3. Căldarea Sunrod

Căldarea Sunrod CP iniţială era echipată cu un focar cilindric cu fund uscat şi o conductă ascendentă cu diametru mare (vezi **fig.9.36)**. Conducta era prevăzută cu elementi "Sunrod" care, susţinea fabricantul, creşteau randamentul căldării şi permiteau o construcţie compactă. Ulterior s-au realizat tipurile CPD şi **CPDB.** Căldarea **CPD** are acelaşi focar ca tipul CP, în timp ce varianta CPDB utilizează un focar răcit complet cu **apă, nefiind** necesară nici un fel de manta refractară.

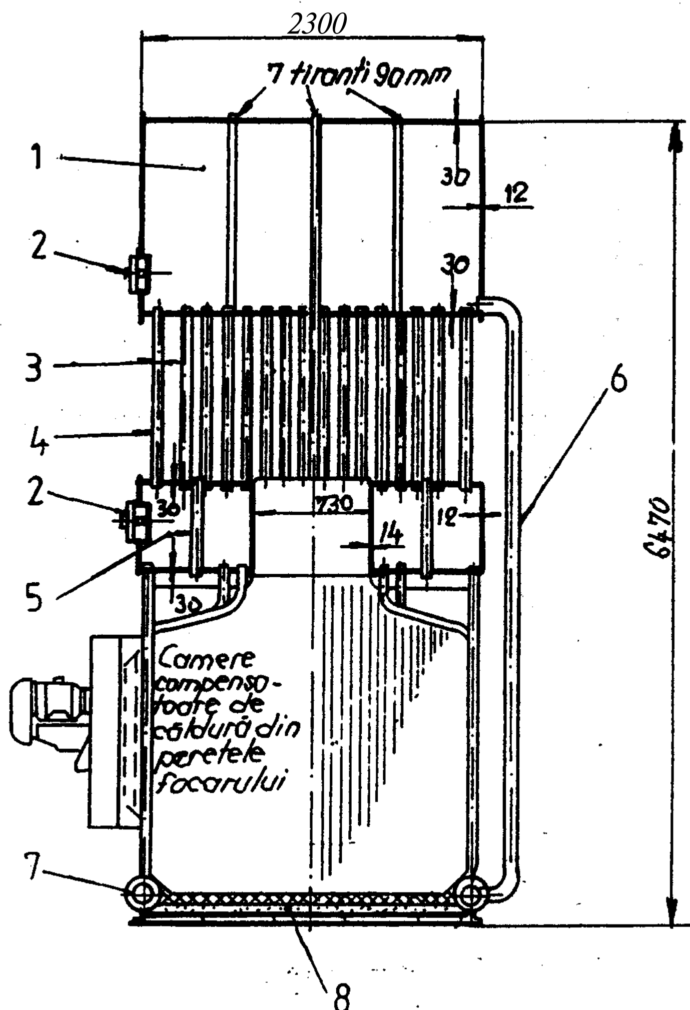


Fig. 9.33. Boiler vertical tip AQ9 Aalborg
1- cameră apă/abur; 2- gură de vizitare; *3*- tuburi normale (ordinare) -216 buc ; *4*- ţevi tirante-101 buc; 5- tiranţi-6buc de ϕ 90 mm; *6*- tuburi coborâtoare- 8 buc de φ 114/100 mm; 7- colector inelar de apă; 5- perete refractar.

Din imaginile acestor două tipuri prezentate în fig. 9.37 şi 938 rezultă că acea conductă a căldării CP a fost înlocuită cu mai multe tuburi de diametre mari. De remarcat că, la aceste căldări, grosimea tablei corpului este relativ subţire de 8 mm respectiv 12 mm faţă de placa focarului şi a boitei de 18 şi 19 mm. Asemenea anvelope sunt denumite uneori anvelope de presiune deoarece greutatea totală a căldării pline este preluată de structura focarului, nu de anvelopa căldării.

Fig.9.39 şi 9.40 prezintă elementul "Sunrod", constând dintr-un tub masiv de diametru 168 mm pe suprafaţa căruia sunt sudate numeroase bolţuri sau tije de oţel formând o zonă aciformă. Sudura este realizată de o instalaţie de sudură automatizată pentru a realiza fuziunea perfectă cu suprafaţa tubului, asigurându-se astfel o conducţie termică maximă. Aceste tuburi sunt fixate de tuburile ascendente ori ca în fig.9.38 şi 9.41 (orificiile de intrare

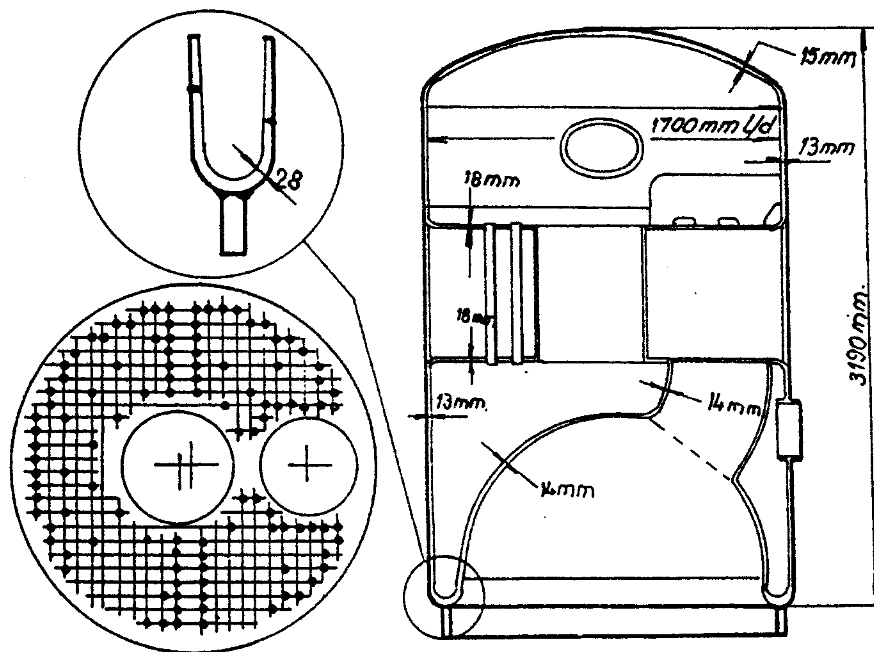


Fig. 9.34 Căldare Hitachi Zasen tip HV
Presiunea de lucru 7 bar.

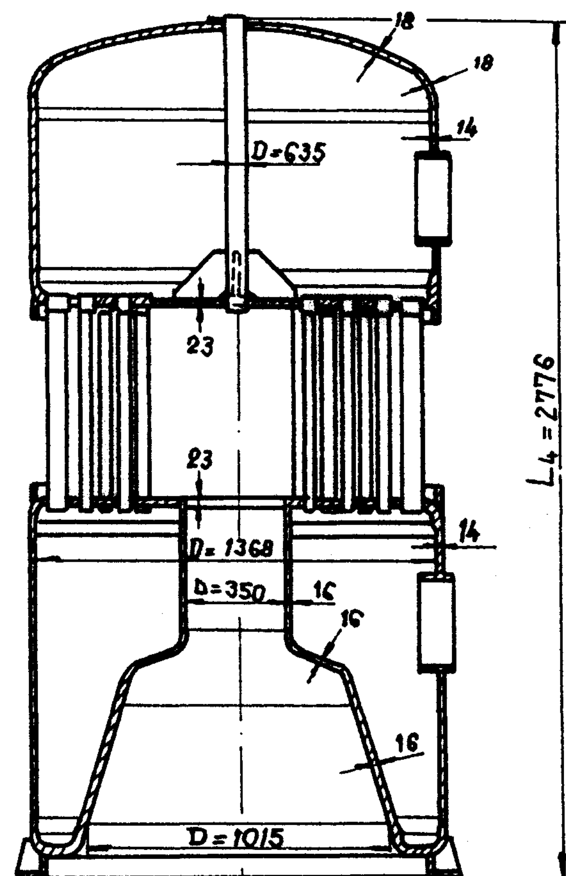


Fig. 9.35 Căldare verticală Helsin - Gorskibs
Presiunea de lucru 7 bar.

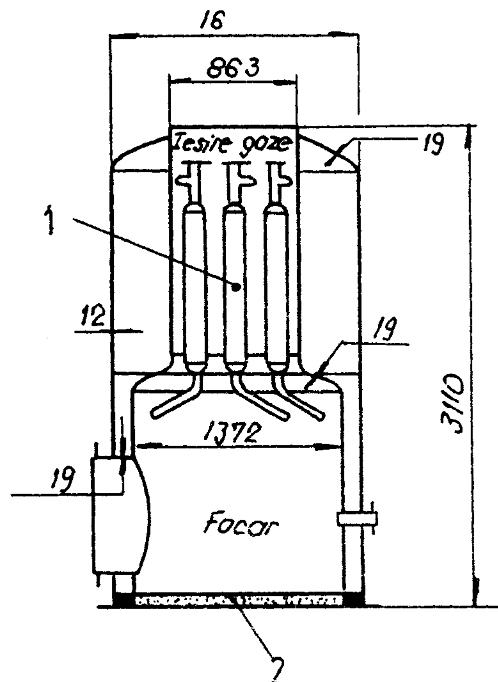


Fig. 9.36 Căldare iniţială Sunrod CP 15
Presiunea de lucru 7 bar.
Debit 1500 kg/h
1- elemente Sunrod ; 2- vatră din cărămidă refractară.

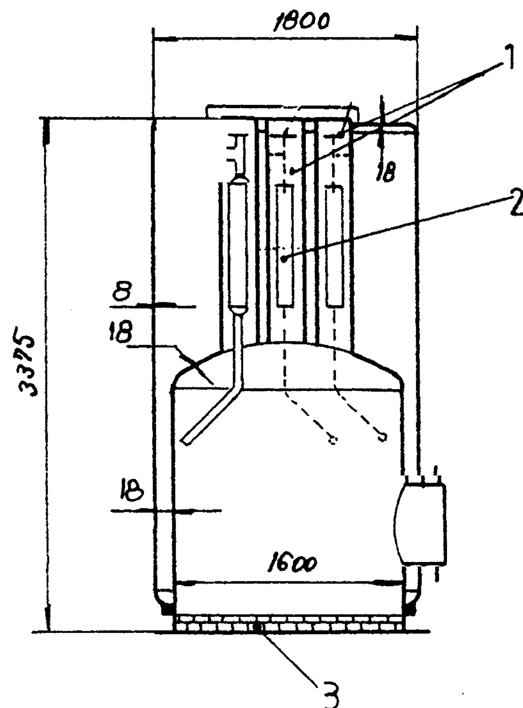


Fig. 9.37 Căldare Sunrod CPD 25
Presiunea de lucru 7 bar.
Debit 2500 kg/h
1- tuburi ascensionale; 2- elemente Sunrod; 3- vatră refractară.

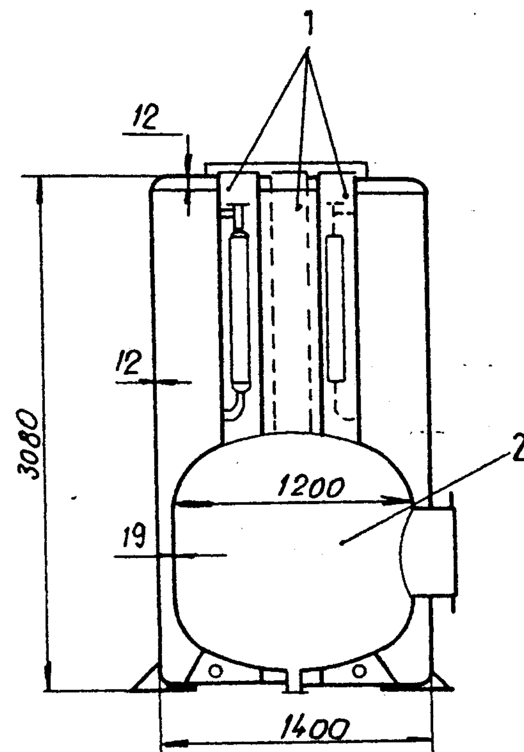


Fig. 9.38 Căldare Sunrod tip CPDB 12
Presiunea de lucru 8kg/cm^2

1- tuburi ascensionale; 2- focar neizolat răcit cu apă.

și ieșire situate în pereții **tuburilor** descendente) ori ca **în** fig.9.36 și 9.37 (orificiile de intrare în peretele focarului imediat sub placa boitei, iar orificiile de ieșire în tuburile ascendente).

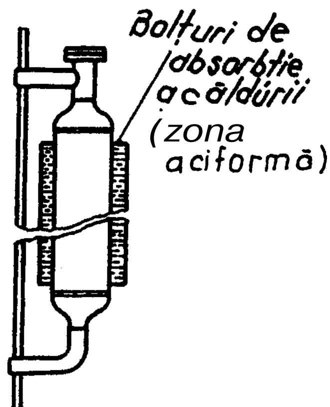


Fig.9.39. Element brevetat **Sunrod**

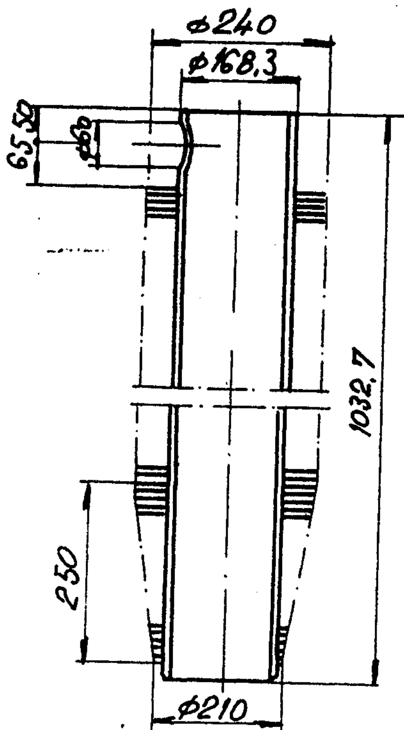


Fig. 9.40.Element tubular Sunrod

Din gama capacităților mari, **s-a** realizat ulterior căldarea navală Sunrod. Ea este prevăzută cu un focar răcit cu apă format din ecran tubular sudat. Capătul inferior al tuburilor este fixat de **uncolector** circular, iar capătul superior de rezervorul de abur. Numeroase conducte **descendente** de diametru mare asigură o bună circulație (vezi fig.9.41). Tubul de foc este răcit de un cap separat, numărul de tuburi ascendente fiind crescut în mod corespunzător. Fiecare coloană ascendentă conține un element "**Sunrod**". De **exemplu**, căldarea **CPH140** are 39 de tuburi ascendente.

Căldările Sunrod au capacități intre 700 **kg/h** și 35000 **kg/h** și presiuni până la **18** bar.

Două asemenea căldări (capacitatea 30000 **kg/h** și de presiune **18** bar fiecare) au fost instalate recent pe un tanc de 120000 **TDW** OBO pentru a furniza tot aburul necesar, inclusiv pentru pompele de încărcare a țițeiului **acționate** cu turbine mari și pentru încălzirea țițeiului.

9.3. Căldări acvatubulare

9.3.1. Avantajele căldărilor acvatubulare

Principalele considerente pentru adoptarea căldărilor acvatubulare în locul celor **ignitubulare** sunt:

1. Greutate redusă; Greutatea relativă a unei căldări acvatubulare pentru aceeași suprafață de încălzire, cu apă la nivelul de lucru este de aproximativ 3 ori mai mică;

2. Posibilitatea utilizării presiunilor și temperaturilor înalte; Introducerea navelor **propul-sate** cu turbine a făcut posibilă creșterea avantajelor date de presiunile și temperaturile înalte, prin scăderea dimensiunilor și greutății pentru aceeași putere livrată.

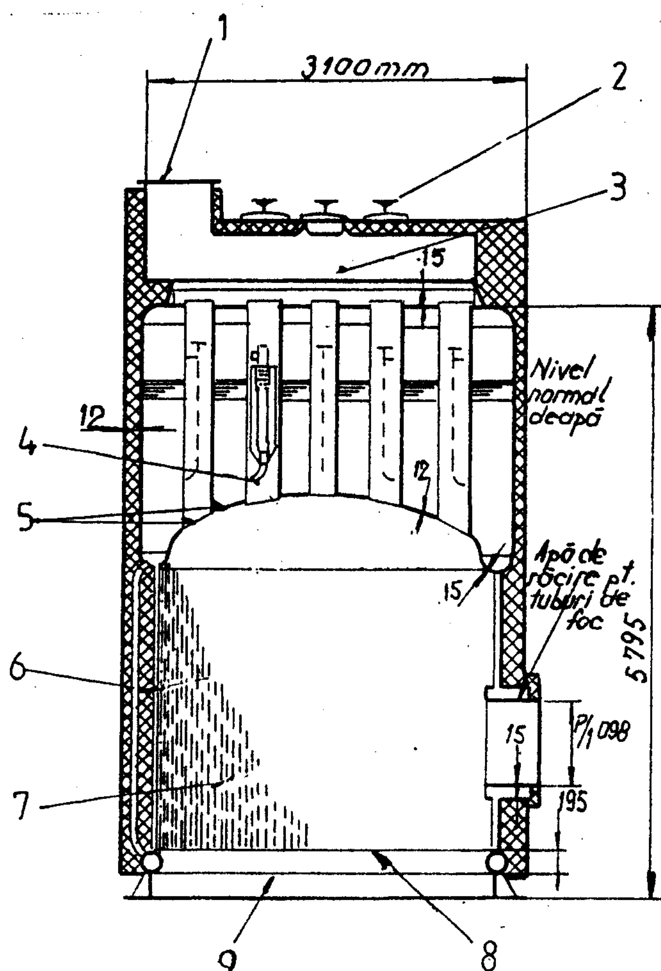


Fig. 9.41. Căldare Sunrod de mare capacitate tip CPH 140.
Presiunea de lucru 7,5 bar. Debit 1400 kg/h
1- evacuare gaze arse; 2- Guri de vizitare și curățire; *3*- camera de fum; *4*-elemente Sunrod dispuse în țevile de fum; 5- tuburi ascensionale; 6- tuburi coborâtoare; 7- peretele de tuburi de apă ale focarului; *8*- colector circular; *9*- vatra din cărămidă refractară.

3. Mărirea flexibilității mecanice; Căldările acvatubulare nu sunt așa de sensibile la fluctuațiile de presiune precum căldările ignitubulare care au un grad redus de circulație și sunt supuse unor eforturi mecanice sporite la nivelul elementelor principale de construcție cât și al armăturilor principale de construcție cât și al armăturilor exterioare. Aceste neajunsuri nu apar la căldările acvatubulare ce au un grad sporit al circulației apei și o flexibilitate structurală sporită.

4. Creșterea rapidă a presiunii aburului; Timpul specific depinde de temperatura inițială a căldării și de necesitatea evitării defecțiunilor care pot surveni prin supraîncălzirile locale. In caz de nevoie la o căldare caldă, acest timp poate fi de 20 minute, pe când la o căldare ignitubulară este considerat normal ca acest timp să fie extins la același număr de ore.

5. Micșorarea dimensiunilor; Buna circulație și capacitatea de a rezista eforturilor create de presiunile înalte au permis obținerea de debite mari la căldările acvatubulare la

dimensiuni foarte mici în **comparaţie** cu cele de tip **ignitubular.**

6. Creşterea siguranţei în eventualitatea exploziilor; Posibilitatea unei explozii este mult mai redusă la o **căldare acvatubulară** decât la una de tip ignitubular. In **trecut,** diametrul tuburilor era limitat, iar colectoarele erau protejate de influenţa radiaţiei flăcării;

Spargerea unui tub la o căldare acvatubulară determină o prindere la o rată redusă în funcţie de diametrul tubului, în timp ce explozia focarului la o căldare **ignitubulară** poate duce la pierderea aproape instantanee a **intregului** conţinut de apă şi vapori.

9.3.2. Tipuri de căldări acvatubulare

Cele mai des întâlnite căldări acvatubulare la bordul navelor **sunt:** Foster Wheeler, **Babcock & Wilcox,** Combustion Engineering, Kawasaki şi **Aalborg.**

Circulaţia apei în toate aceste tipuri de căldări este naturală; aceasta trebuie rotată pentru ca în (t) instalaţiile **căldărinelor** marine cu circulaţie **forţată,** deşi neuzuale, sunt ocazional întâlnite. Viteza apei cu o circulaţie naturală este adecvată să asigure o siguranţă peste valoarea normală la utilizarea în marina comercială. Aceasta se referă la faptul că este important să avem un **impuls** de circulaţie suficient prin fiecare tub al unei căldări, asigurarea **neblocării** căii aburului şi în consecinţă supraîncălzirea cu ulterioarele ei efecte.

Circulaţia apei. Direcţia curgerii, sau sensul circulaţiei apei în tuburile unei căldări acvatubulare verticale depinde în mare parte de condiţiile externe. Dacă tuburile conţin numai apă la diferite temperaturi este **evident că,** datorită diferenţei de greutăţi specifice în tuburi mai reci, mai depărtate de focar, circulaţia va fi **descendentă,** tuburi coborâtoare, iar în cele mai calde **circulaţia** va fi ascendentă, deci tuburi urcătoare.

Câteodată, în căldările acvatubulare, tuburile conţin un amestec de **abur-apă** în proporţie **diferită,** dată de **fluctuaţiile** din focar, fiind variabile, deci este posibil ca un tub să funcţioneze coborâtor un moment şi urcător în **următorul.** într-o serie de tuburi ale unei căldări verticale, viteza relativă a circulaţiei va avea o valoare maximă la cele frontale şi în rândurile din spate, deoarece între aceste rânduri există mari diferenţe între greutăţile specifice:

Poziţia tuburilor, în care sensul de circulaţie al apei poate alterna se află în interiorul fasciculului de ţevi, **depinzând** în principal de intensitatea încălzirii focarului.

O **circulaţie** eficientă se obţine mai uşor în căldările de joasă presiune decât în **cele** de înaltă **presiune,** deoarece creşterea valorii presiunii şi temperaturii, duc la reducerea diferenţei între greutatea specifică a apei şi aburului, diferenţa de greutăţi specifice ce determină **circulaţia** în căldare.

O **circulaţie** stabilă este asigurată la o serie de căldări acvatubulare, prin **introducerea** unor **supraîncălzitoare** între tuburile

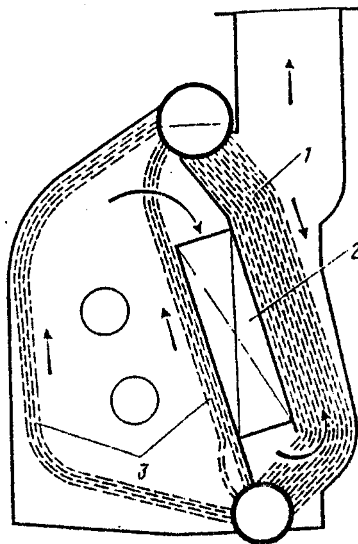


Fig 9.42.Tipul **"D"** de **caldarină** acvatubulară cu **supraancalzitor** intre ţevile coborâtoare şi urcătoare

1- snopul de ţevi coborâtoare; 2- **supraîncălzitorul;** *3*- ţevile urcătoare.

coborâtoare și cele urcătoare ceea ce duce la o diferență considerabilă a temperaturii și greutății specifice a agentului de lucru (a apei) între cele două categorii de **tuburi** (vezi **fig.9.42).** Cea mai bună circulație a apei se asigură de regulă pe o singură cale, în **sensul pătrun-derii** apei din tamburul superior în colectorul frontal, de aici prin țevile înclinate spre colectorul posterior de unde apa - respectiv amestecul apă **/abur** - este **neitrodus** în tamburul superior prin tuburile de întoarcere.

Pentru obținerea unui nivel clar al apei în tamburul (colectorul) superior, fără spumă și **oscilații (aboluțiuni)** tuburile de **intoarcere** sunt amplasate deasupra sau la nivelul de lucru al apei în colectorul superior. Aceasta se realizează **într-** o căldare de tip **Babcock** & Wilcox. (vezi fig.9.43).Nu același lucru se poate realiza într-o căldare de tip Yarrow **(fig.9.44),** la care țevile de introducere a amestecului apă - abur sunt amplasate la partea inferioară a tamburului inferior, deci sub oglinda de vaporizare. Asigurarea unei bune circulații a apei în căldare **constitue** garanția unei bune **func-ționări** a acesteia în exploatare.

9.3.2.1 Căldările Foster Wheeler si Babcock & Wilcox

Aceste tipuri de căldări - vezi fig. 9.45 sunt căldări ce se deosebesc în principal prin așezarea diferită a **supraîncălzitoarelor** în calea gazelor de ardere.

Astfel principalele caracteristici **îmbunătățite** ale acestor căldări sunt:

1 - sporirea **suprafeței** de încălzire joasă a **focarelor** mărește fiabilitatea tuburilor.
2 - membrana sau ecranele elimină suprafețele acoperite cu material refractar.
3 - partea superioară (cerul) a focarului asigură o mai bună distribuție a căldurii.
4 - **supraîncălzitoarele** la tipurile ESD și MR sunt amplasate în interiorul snopului de țevi fierbătoare cu susțineri îmbunătățite.
5 - **îmbinările** prin garnituri sunt înlocuite în mare parte prin sudură.
6 - suflarea **funinginei** este îmbunătățită
7 - îmbunătățirea echipamentului de ardere duce la un proces de combustie mai bun.

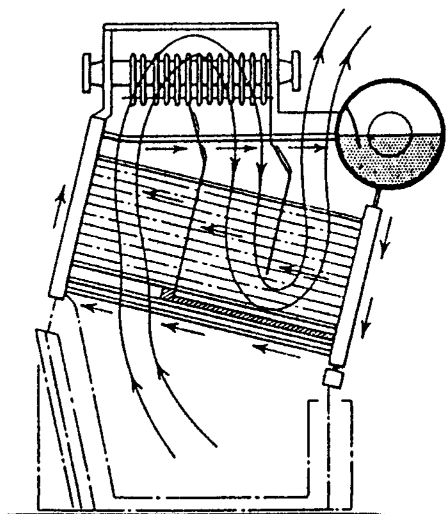


Fig. 9.43. Căldare de tip Babcock & Wilcox

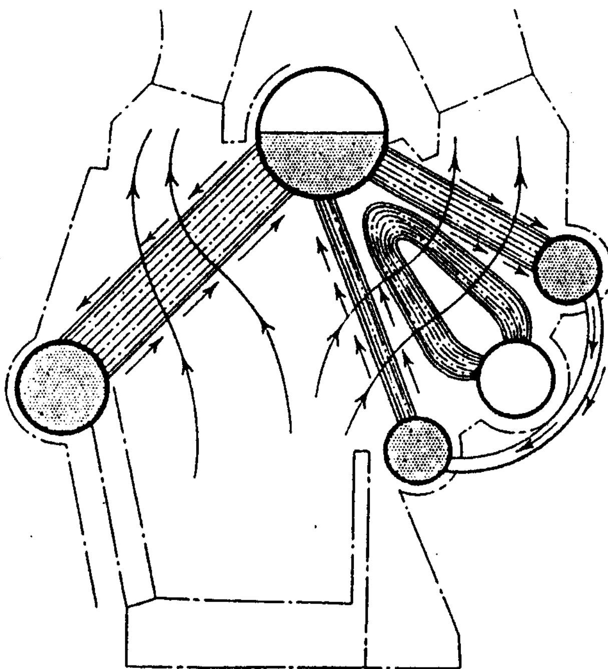


Fig. 9.44. Căldare de tip Yarrow

Caldarine Foster Wheeler. Caldarinele acvatubulare moderne proiectate de Foster Wheeler **(fig.9.46)** au la bază pe cele de tip D, cele mai întâlnite în propulsia navală fiind de tip D, ESD I, ESD , ESD **I** , **ESD IV** şi **ESRD** (reîncălzite).

La cele de tip D, **supraîncălzitorul** este poziţionat înăuntrul fasciculului de tuburi principale, pe când la cele de tip ESD (Externai **Supertraler** D) este plasat sub **economizor,** adică în exteriorul fasciculului de ţevi fierbătoare, acumulând căldura prin convecţie din fluxul vertical al gazului, într-o zonă accesibilă pentru întreţinere şi curăţire.

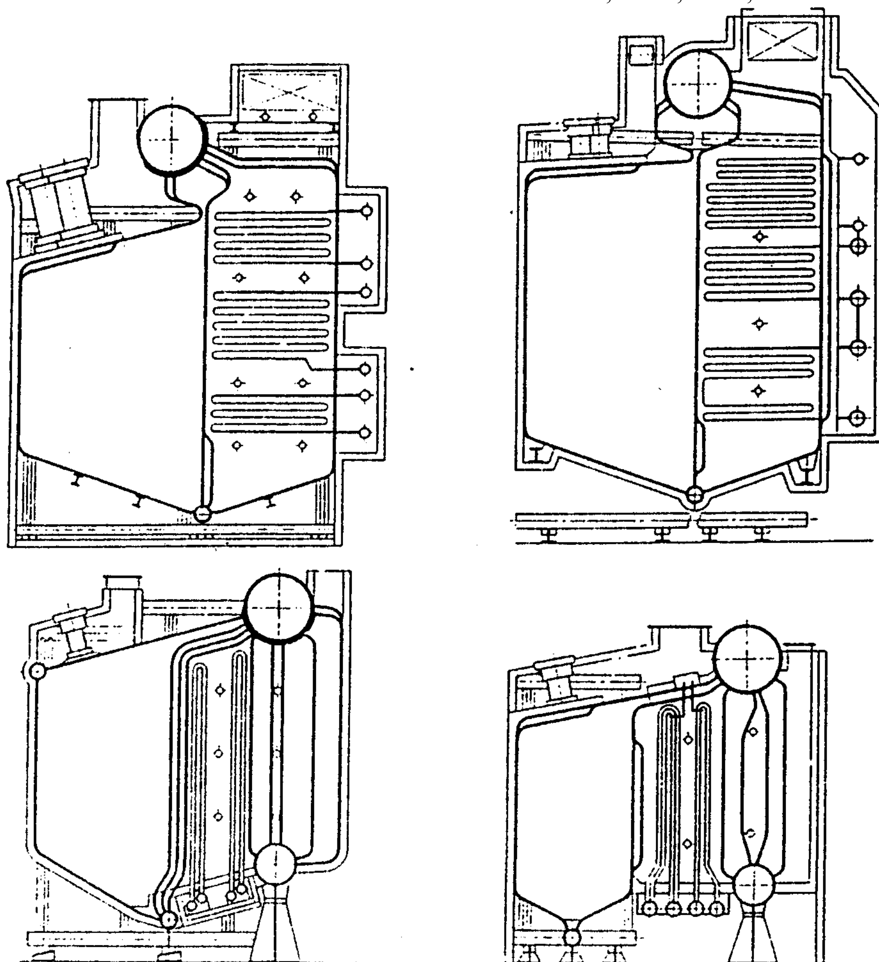


Fig. 9.45. Căldare tip Foster Wheeler şi **Babcook** & Wilcox
1 - tip **F.W.**- ESD IV ; 2 - tip **F.W.** - DSD; *3* - tip B.W. - MR; 4 - tip BW - M12

Tabelul 9.1. Caracteristicile **caldarinelor** Foster Wheeler.

	D	ESD I	ESD II	ESD III
Vaporizarea , Legh	34000	34 000	34 000	45 000
Temperatura finală abur, C	450	450	450	510
Presiunea de proiectare, bar	50	47,5	47,5	73
Presiunea aburului, bar	41	41	41	63,5
Temperatura de alimentare, ° C	115	115	115	140
Temperatura coşului, ° C	154	154	154	172

Tabelul 9.1 (continuare)

	D	ESD1	ESDII	ESDIII
Perete apă, %	3,2	3,8	3,7	9,0
Tuburi generatoare, %	27,0	7,6	537	4,5
Economizor	38,0	54,8	53,4	57,5
Element de control			2,61	
Supraîncălzitor,%	7,0	12,8	1432	134
Aer cald,%	24,8 100	21,0 100	20,6 100	15,5 100
Volum focar,m^3	40	23,5	23,5	46
Suprafața radiantă, m^2	464	31,6	31,6	66

Căldările de tip "D". Acestea sunt construite astfel încât să acopere zona de la 4536 **kg/h,** cu o temperatură a aburului saturat la 14 bar până la maxim de 52 000 **kg/h,** cu o temperatură a aburului peste 510° C (950 ° F) și o presiune mai mare de 60 bar. Cerințele impuse aburului pentru căldările de propulsie sunt de 31 bar la 399° C sau 41 bar la 454° C **(fig.9.46).** Aceste tipuri de căldări au câte două colectoare fiecare cu un fascicul principal de tuburi,

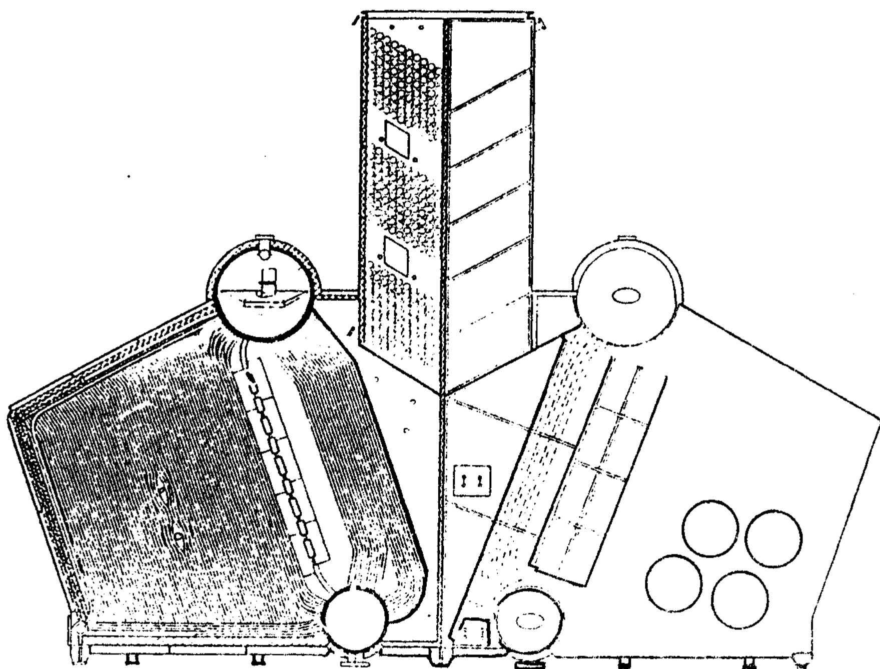


Fig. 9.46. Căldare Foster Wheeler tip D

3 fluxuri de gaze și un mare număr de tuburi generatoare de mici diametre. In cele două grupuri de tuburi este amplasat **supraîncălzitorul** și **spațiile** de acces. Focarul este căptușit în partea ecranului care continuă în zona superioară a colectorului de abur este alimentată cu apă de la colectorul inferior care este **alimentatat** prin tuburile joase de la colectorul de apă. Tuburile din spate sunt cuplate între colectorul inferior și superior, iar colectorul superior este corelat cu tuburile urcătoare și cu tubul culegător de vapori. Cele două colectoare sunt

de asemenea conectate prin **tuburi coborâtoare exterioare** pentru â **întreține** circulația **naturală** în fasciculul principal de **țevi** și țevile ecranului.

Supraîncalzitoarele sunt construite din elemente în formă de "U" dispuse în unghi drept față de tuburile căldării sunt sprijinite pe colectoarele căldării.

Țevile **supraîncălzitoarelor** sunt prevăzute cu șicane interioare pentru a asigura o creștere a suprafeței de căldură *asigurând **totodată** o viteză corespunzătoare a aburului.*

Vatra focarului și partea frontală a acestuia sunt căptușite cu material refractar, arzătoarele fiind amplasate pe peretele frontal al căldării.

Acest tip de căldare apare frecvent în soluție constructivă sub formă de pereche, cu dispunere opusă și un coș comun de evacuare a gazelor. In drumul lor gazele după ce cedează căldura fasciculului de țevi și supraîncălzitoarelor spală în continuare suprafețele de încălzire a unui **economizor** și în final a unui **înălzitor** de aer.

9.3.2.2 . Căldarea tip "DSD"

Acest tip este cunoscut ca **având** un dublu **supraîncălzitor D(DSD)** care a fost transformat din proiectul inițial al tipului "D" în mai multe variante, așa încât **supraîncalzitoarele** sunt situate imediat în spatele celor 3 rânduri de tuburi ale ecranului, **iar** în acest caz elementele în forma **"U"** ale supraîncălzitoarelor sunt dispuse vertical și se continuă deasupra colectoarelor s.i. care sunt amplasate sub nivelul vetrei focarului.

Căldarea de tip DSD - prezentată în figura 9.47 - ne arată că țevile ecranului ce delimitează spațiul de ardere sunt fixate la partea inferioară **într-un** colector distinct - colectorul ecranului și nu în tamburul inferior (colectorul inferior) al căldării ca la tipul **"D".**

Colectorul ecranului este alimentat fie prin fasciculul de țevi coborâtoare de diametru mare, din colectorul superior fie direct din tamburul inferior al căldării, **asigurandu-se** în **spațiu** larg pentru amplasarea celor două supraîncălzitoare verticale, ce sunt **înseriate** privind drumul aburului în procesul de supraîncălzire.

Focarul este răcit cu apă. Membrana peretelui "totalitatea tuburilor ce formează ecranul adiacent pereților exteriori ai căldării, asigură protecția laterală și a părții superioare a focarului. Aceste tuburi sunt alimentate din colectorul ecranului.

Tuburile peretelui frontal șia celui posterior sunt alimentate de țevile coborâtoare din colectorul superior spre cel inferior, descărcarea lor **asigurându-se** prin colectorul superior al ecranului și țevile cerului focarului în colectorul superior al căldării.

Toate acestea pot fi văzute în figura 9.47 - două supraîncălzitoare, primar și secundar, aburul făcând un număr de treceri prin fiecare secțiune și controlul temperaturii finale a aburului realizată de o răcire, dacă este necesar, între cele două etaje. Toate elementele **supraîncălzitorului** vertical sunt sudate la capete pe cele patru colectoare. Aceste căldări, prin combinare câte **două,** pot realiza debite de 147 000 **kg/h** (a 61 **bari** și 51°C ele fiind instalate pe mai multe tancuri petroliere de 220 000 **tdw.**

9.3.2.3. TIPUL ESD I SI ESD

Tipul ESD I, sau cu supraîncălzitor exterior de tipul "D", dar cu supraîncalzitoarele așezate după fasciculul principal de tuburi în direcția de curgere a gazelor și înainte de economizor. Sunt prevăzute cu o serpentină dispusă în calea aerului, între primul și al doilea supraîncălzitor pentru controlul temperaturilor finale a aburului (vezi fig.9.48).

Dispunerea acestei serpentine între cele două supraîncălzitoare, primar și secundar asigură reducerea temperaturii metalului țevilor supraîncălzitorului secundar, aflat în imediata apropiere a focarului, deci supuse unui regim termic deosebit.

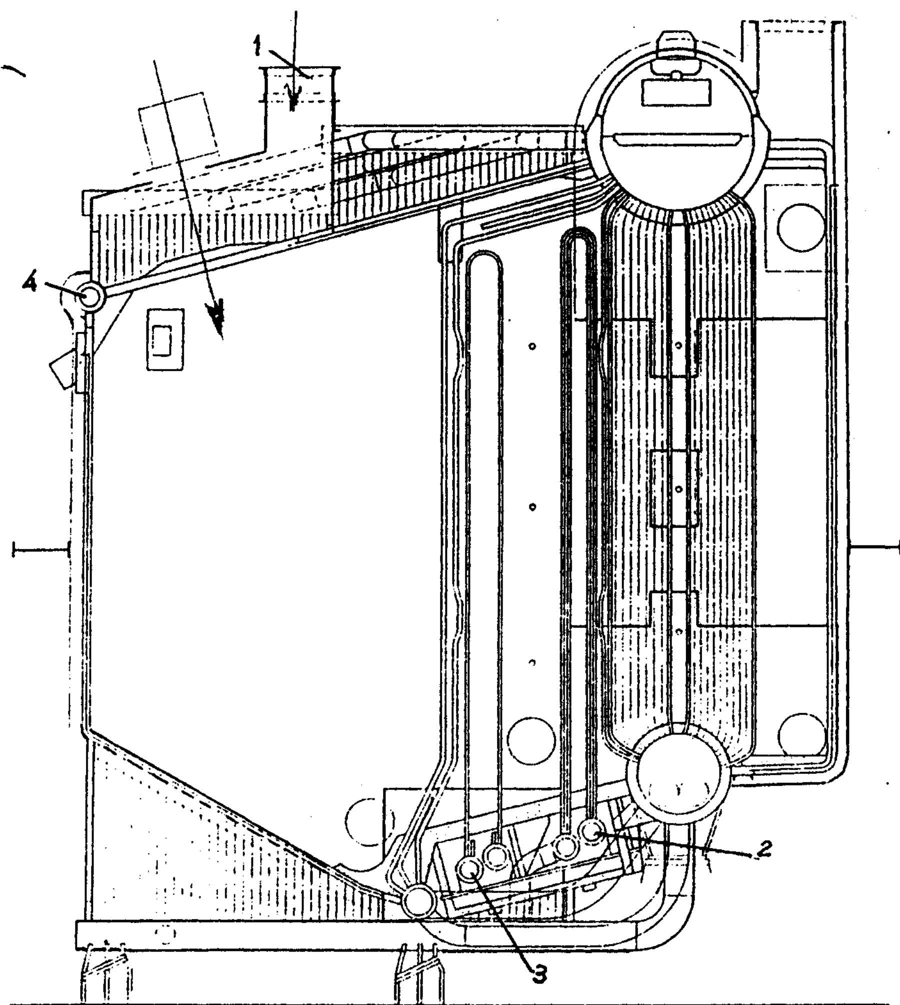


Fig. 9.47 Caldarina Foster-Wheeler de tip DSD
1- intrare aer spre arzătoare; 2- **supraîncălzitorul** primar; *3*- **supraîncălzitorul** secundar, *4*-colectorului ecranului.

9.3.2.3. TIPUL ESD I SI ESD

Tipul ESD I, sau cu supraîncălzitor exterior de tipul "D", dar cu supraîncălzitoarele aşezate după fasciculul principal de tuburi în direcţia de curgere a gazelor şi înainte de economizor. Sunt prevăzute cu o serpentină dispusă în calea aerului, între primul şi al doilea supraîncălzitor pentru controlul temperaturilor finale a aburului (vezi fig.9.48).

Dispunerea acestei serpentine între cele două **supraîncălzitoare**, primar şi secundar asigură reducerea temperaturii metalului ţevilor **supraîncălzitorului** secundar, aflat în imediata apropiere a focarului, deci supuse unui regim termic deosebit. Totodată aceasta duce la reducerea depunerilor şi a supraîncălzirii locale a materialului ţevilor.

Această serpentină, destinată răcirii intermediare a aburului supraîncălzit se află dispusă în calea aerului înaintea pătrunderii acestuia în focar. Există posibilitatea reglării manuale sau automate - termostatare - a cantităţii de aer ce poate fi deviat pe o cale de

by-passare spre focarul căldării, în scopul realizării unei temperaturi constante a aburului supraîncălzitorului secundar spre consumatori.

Fasciculul principal de tuburi generatoare constă numai din câteva rânduri de tuburi de diametru mare și cu supraîncălzitorul așezat în afara fasciculului principal, putând fi ușor curățat și spălat

Căldările de acest tip au fost concepute pentru debite cuprinse între 13.500 - 118.000 kg/h și parametrii aburului peste 52 bar și 516° C.

Tipul ESD I a fost transformat în ultimii 25 ani pentru a realiza abur la 510° C și 43 bari cu un focar care produce 5600 MJ/m^3 . Acești parametri ai aburului erau considerabil mai mari față de 31 bar la 390° C, parametri realizați inițial.

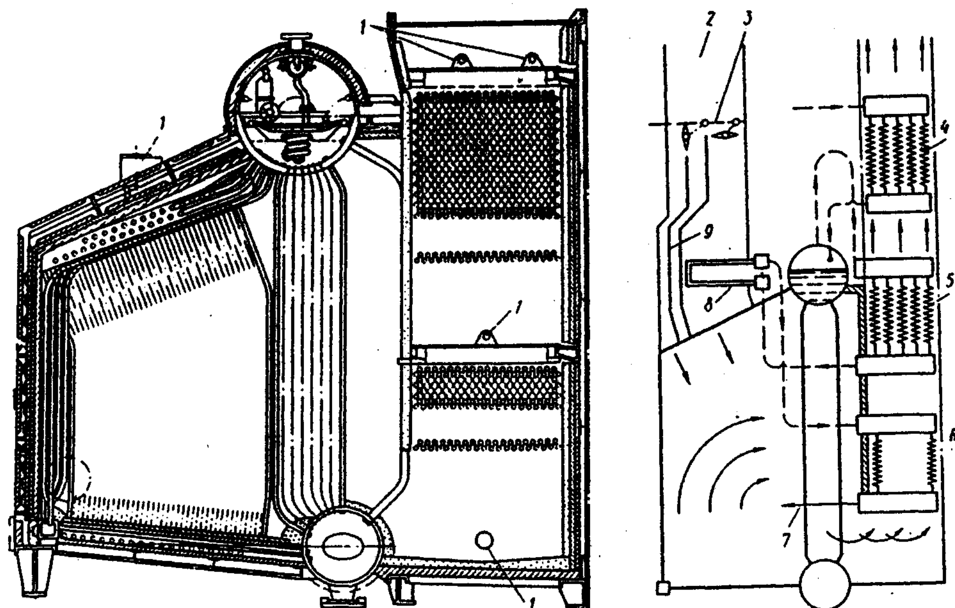


Fig. 9.48 Poziționarea supraîncălzitoarelor și corectorului de temperatură la căldarea de tip ESD I

1- suflător de funingine; 2- tubulatura aerului preîncălzit spre arzătoare; 3- șubere pentru reglarea temperaturii finale a aburului; 4- economizor; 5- supraîncălzitorul primar; 6- Supraîncălzitorul final; 7- abur către valvulă principală; 8- răcitorul aburului supraîncălzit cu aer; P- cale de by-passare a aerului spre arzătoare.

Astfel avantajele acestei căldări sunt:

1. Supraîncălzitoarele sunt amplasate într-o zonă cu temperaturi mai reduse ale gazelor, eliminându-se unele problemede susținere, reducerea zgurei și influentei flăcării.
2. Supraîncălzitoarele sunt mai accesibile pentru inspecție, întreținere și spălare.
3. Suprafețele generatoare sunt mai simple și ușor de curățat.
4. Posibilitatea unui control automat al supraîncălzirii.
5. Alimentarea este făcută pentru temperaturi joase de evaporare.
6. Dimensiunea focarului este mai mică posibil asigurând o ardere bună și formă bună a flăcării. Multe nave, dintre care chiar și nave de pasageri sunt echipate în căldări de tipul ESD I, ce asigură debite de până la 118.000 kg/h. Dar această soluție cu serpentină pentru corectarea- reglarea - temperaturii aburului supraîncălzit prezintă în practică și o serie de limitări privind spațiul, tubulaturile de vapori, greutatea, puterea ventilatoarelor și prețul de cost ceea ce a dus la proiectarea și introducerea soluției ESD П.

La căldarea de tip ESD I, cantitatea de căldură acumulată în **supraîncălzitor creşte** odată cu **sarcina,** iar orice exces este **indepărtat** de către corectorul de temperatură.

La căldările Foster Wheeler ESD , cantitatea de căldură acumulată în supraîncălzitor este limitată la valoarea **impusă,** aceasta fiind efectuată prin prevederea supraîncalzitorului cu clapeţi de evacuare şi un by-pass de control.

By-passarea unei părţi din fluxul de gaze de ardere **printr-** un **economizor** suplimentar, (pentru controlul temperaturii aburului supraîncălzit) permite reglarea cantităţii de gaze şi deci a **cantităţii** de căldură cedată aburului supraîncălzit la nivelul supraîncalzitorului.

In **economizorul** suplimentar, de control, **fig.9.49,** apa de alimentare ce vine din **economizorul** principal, circulă de jos în sus spre alimentarea tamburului superior al căldării.

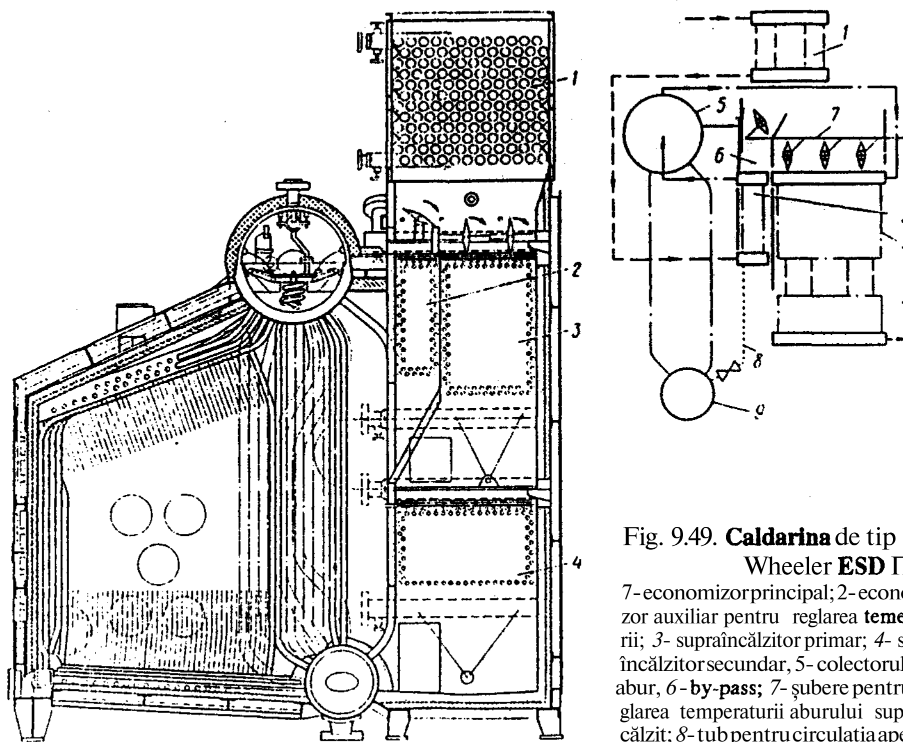


Fig. 9.49. **Caldarina** de tip Foster Wheeler **ESD П**
7-economizorprincipal; 2-economizor auxiliar pentru reglarea **temeraturii**; *3*- supraîncălzitor primar; *4*- supraîncălzitorsecundar, 5-colectorul apă / abur, *6*-**by-pass;** *7*-şubere pentru reglarea temperaturii aburului supraîncălzit; *8*-tubpentrucirculaţia apei.

Pentru a evita o circulaţie defectuoasă a apei este prevăzută o conductă de echilibrare a circulaţiei dintre punctul de intrare în economizorul secundar şi colectorul de apă al căldării.

Acest tip de căldare asigură debite de 80 000 **kg/h** vapori la o presiune de 54 bar şi temperatura de aproximativ 487° C.

9.3.2.4. Căldări de tipul ESD **III**

Căldările Foster Wheeler tip ESD **I** **(fig.50)** au fost proiectate pentru valori ridicate ale parametrilor evaporării cu temperatura finală a aburului controlată de corectorul dispus între **supraîncălzitorul** primar şi cel secundar.

Focarul este suficient de mare, asigurând o repartiţie uniform distribuită a căldurii printr-o ardere vie, o flacără cu un grad bun de strălucire şi o lungime pe toată adâncimea acestuia.

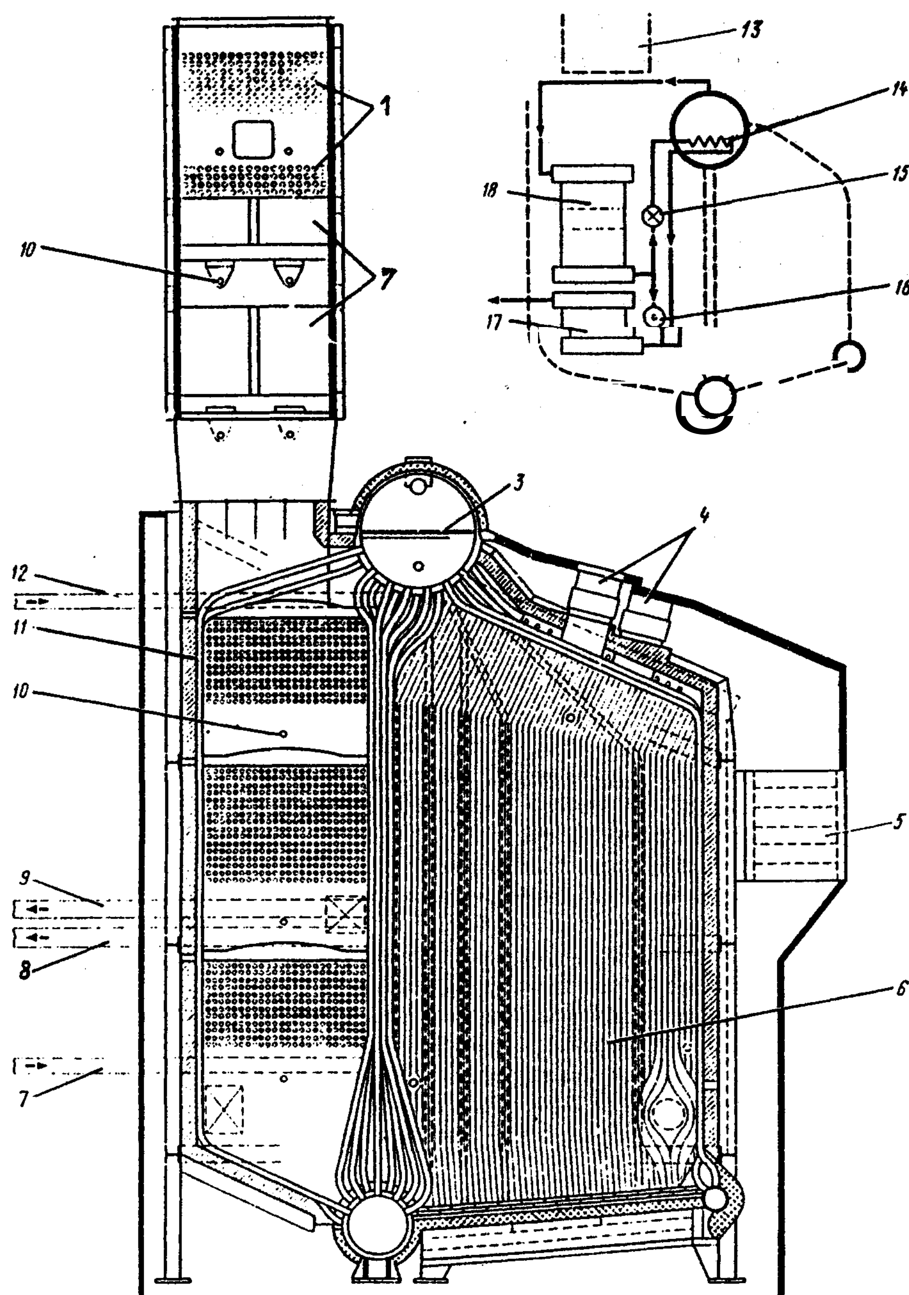


Fig.9.50. Căldare Foster Wheeler ESD m,

1- economizor **nervuat** din fontă; *2*- economizor **aciform;** *3*- placa perforată **(calmantă);** *4*- focarul complet **ecranat;** 7- colectorul de aclucisic al aburului din răcitor în **supraîncălzitorul secundar;** *8*- colectorul aburului supraîncălzit; *9*- colectorul admisiei aburului spre **răcitor;** ***10***- suflători de funingine; ***11***- ecran de țevi; *12*- intrarea aburului în **supraîncălzitorului** primar, *13*- economizor, *14*- răcitor, 75- valvulă de control (reglare); *16*- duză de **by-passare;** 77- **Supraîncălzitor** secundar, 75- **supraîncălzitorul** primar.

Arzătoarele sunt poziționate în partea **superioară** a **focarului, satisfăcând** cerința de lungime a flăcării, focarul fiind răcit complet cu **apă, delimitat** fiind de ecranul de **țevi** reducând la minim izolația refractară.

Țevile coborâtoare exterioare, din colectorul superior spre cel inferior precum și cele înclinate

și ale peretelui (ecranului) posterior, **deasemeni** cele ce **formează planșeul** inferior al focarului ce sunt conectate prin intermediul unui colector **lateral** al ecranului, asigură o circulație corectă a apei **sub** valorile parametrilor de **vaporizare.**

Supraîncălzitorul conectiv este protejat față de focar prin ecranul format de tuburile **fierbătoare** și etanșat prin benzi de metal sudate.

Peretele refractar al zonei **supraîncălzitorului** este protejat printr-o **ecranare** similară.

Supraîncălzitoarele sunt formate din bucle dispuse în linie în plan orizontal.

In timp ce circulația aburului în Supraîncălzitorul primar este de jos în sus, în **contracurent** față de fluxul gazelor, în cel secundar circulația aburului este în **echicurent** față de sensul de curgere a gazelor ce părăsesc focarul căldării, aceasta asigurând o temperatură minimă a metalului tuburilor supraîncălzitorului.

Economizorul se prezintă ca o suprafață de schimb de căldură **suplimentară,** dispusă deasupra supraîncălzitorului, apa circulând în sens contrar sensului de curgere a gazelor. Pentru creșterea suprafeței de schimb de **căldură, economizorul** prezintă aripioare din fontă la partea de joasă temperatură și din oțel în zona de temperatură ridicată. **Sructural,** carcasa și învelișul sunt construcții robuste pentru a rezista solicitărilor impuse, căldarea și **supraîncălzicălzitorul** având același cadru.

Economizorul poate fi susținut de către cadrul căldării sau de către structura navei. Căldarea și **supraîncălzitorul** sunt cu înveliș **dublu,** spațiul dintre învelișuri fiind presurizat pentru a se preveni pierderi de gaz și pentru reducerea temperaturii carcasei exterioare. **Economizorul** este cu **un** singur **înveliș.** Elementele refractare și de izolație sunt de construcție monditică și pot fi spălate cu apă.

Căldările ESD **I** au suferit diverse modificări, cum ar fi:

1. Supraîncălzitoarele sunt transversale pentru o mai ușoară prindere a elementelor scurte.

2. Spațiul de gaze este delimitat de ecrane formate din țevi adiacente cu aripioare sudate fig. **9.51.*a*** în locul celor din țevi tangente fig. **9.51.** *b.*

3. **Izolarea** completă a spațiului de convecție a **supraîncălzitorului** prin folosirea pereților de tip ecran **"monowall"** în locul pereților refractari din față și spate.

4. Variația numărului de tuburi ecranate între focar și spațiul de convecție între 4 și 8.

Un exemplu reprezentativ de căldare ESD **I** care cuprinde aceste modificări este montat pe cele mai multe nave petroliere și este arătată în figura 9.52.

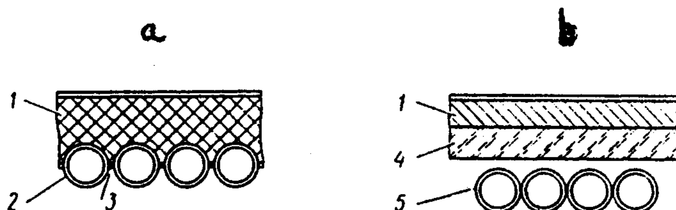


Fig.9.51. Variante constructive ale ecranelor la căldarea ESD I

1- strat izolator pentru temperatură joasă; 2- tuburi ce formează ecranul (**peretele** membranei); 3- etanșare **sudată;** *4*- strat de izolație pentru înaltă temperatură; 5- perete membrană în soluție de tuburi tangente.

Controlul temperaturii aburului **supraîncălzit.** Temperatura finală a aburului **supraîncălzit** este controlată de un **răcitor** de abur situat **între supraîncălzitorul** primar și secundar (vezi figura 9.50).

Această reglare poate **fi realizată** cu ajutorul unui răcitor situat în colector sau cu un **pulverizator-exterior** (răcitor **prin amestec).**

Cand reglarea temperaturii aburului este realizată prin utilizarea unui răcitor de control situat în **colectorul** superior **apă/abur,** o parte a aburului **din supraîncălzitorul** primar **este** trimisă **direct** în răcitor care se află în interiorul colectorului de **abur,** excesul de căldură fiind transferat apei din partea **inferioară** a colectorului. Aburul răcit este apoi amestecat înainte de intrarea în supraîncălzitorul secundar cu abund rămas ce a by- **passat răcitorul.** Cantitatea de

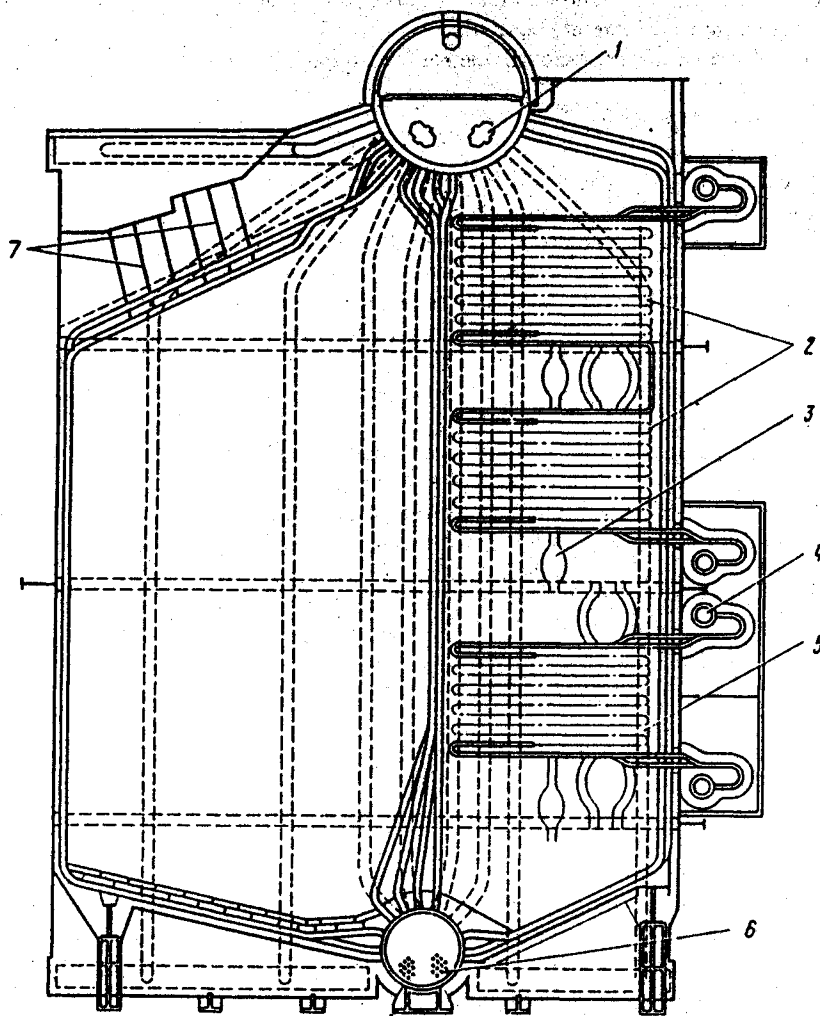


Fig. 9.52. Căldarea ESD III, complet ecranată

1- răcitor de abur principal dispus în **colectorul** superior, 2- **supraîncălzitorul**primar, *3*- suflător de funingine; *4*- colectorul pentru intrarea aburului în supraîncălzitorul secundar, *5*- supraîncălzitorul **secundar;** *6*- răcitor **auxiliar** pentru aburul **supraîncălzit;** 7- arzătoare.

abur ce este **trecută** prin **răcitor** este **controlată printr-un** orificiu **aflat** pe **tubulatura** de **by-**pass de către o valvulă de control sau cu o **valvulă** de legătură **între cele două căi** ale aburului. Cele două fluxuri de abur, adică aburul ce a trecut prin răcitor **și aburul** care a ocolit răcitorul, **sunt** trecute apoi prin **supraîncălzitorul secundar,** iar **la ieșirea** din acesta aburul va **avea** parametrii necesari stabilizați.

Când este folosit **un** răcitor prin **amestec** de tipul **pulverizator, aburul trece** prin el, acesta fiind montat intre cele două **supraîncălzitoare,** excesul de căldură fiind absorbit de apa pulverizată fiind controlată secvențial de **clapeți** și aparate de măsură. Tuburile ecranului dinspre supraîncălzitor sunt conectate direct între colectorul de abur și colectorul inferior al ecranului servind ca reazem pentru elementele supraîncălzitorului, **reîncălzitorului** și **economizorului.Toate** tuburile căldării **sunt** conectate prin sudură între colectorul superior al căldării și colectoarele inferioare ale ecranului.

Astfel de căldări echipează **tancurile** petroliere asigurând debite de peste 100 **tone/h.**

9.3.2.5. Căldări tip ESD IV

Tipul de căldări ESD IV **(fig.9.53)** este similar cu cel ESD **III,** principala diferență **struc-turală** constând în **ecranarea** completă a focarului spațiului de ardere.
În plus unui ecran este folosit pentru a se forma un paravan de dirijare a gazelor între focar și zona **conectică** a supraîncălzitorului. Tuburile din partea inferioară a acestui paravan deschis spre exterior prezintă două rânduri de tuburi înclinate formând o deschidere ce permit gazelor să intre în supraîncălzitor. **Astfel** sunt numai două rânduri de tuburi ce formează deschiderea în paravan în loc de **4-6** rânduri ca la cele de tip ESD **I** , ele putând fi ușor fixate cu partea inferioară în colectorul ecranului și deci la acest tip ESD IV colectorul de apă al căldării poate lipsi.

Toate tuburile acestui tip de căldări sunt sudate la capete sau direct la colectoarele ecranelor, aceasta eliminând **posibileneetanșări.** Ca și la cele de tip ESD **I, supraîncălzitoarele** și **economizoarele** sunt așezate transversal **asigurându-se** astfel o ușoară prindere a elementelor scurte. Controlul temperaturii aburului este ca și la cele de tip ESD **I** asigurat prin răcitorul din colectorul **de abur.**

Debitul realizat de acest tip de căldări ESD IV este de 120 **t/h.**

9.3.2.6. Căldările de tip Foster Wheeler reâncălzite - ESRD

Sunt cunoscute ca fiind de tip ESRD (External Superheater Reheat **D-type)** -tip D cu supraîncălzitor extern reîncălzit, și sunt arătate în figura 9.54.

Această căldare cu arzătoarele dispuse la partea superioară și închisă prin pereți ecranați mai este completată cu supraîncălzitor, cu răcitor pentru controlul temperaturii aburului **supraîncălzit, reîncălzitor** cu clapeta de control, **economizor** și încălzitor de aer.

Paravanul de protecție dintre focar și spațiul **convectiv** ce conține supraîncălzitorul și **reîncălzitorul,** este un ecran ce se deschide către colectoarele ecranului formând două deschideri în peretele de tuburi, prin care gazele arse trec spre **supraîncălzitor.Colectorul** ecranului este alimentat prin țevile coborâtoare de diametru mare din colectorul de abur.
Țevile coborâtoare și urcătoare sunt sudate la capătul superior pe colectorul de abur iar la cel inferior pe colectoarele **ecranului,servind** ca reazem pentru elementele supraîncălzitorului, reîncălzitorului și **economizorului.** Un perete împarte spațiul supraîncălzitorului în două părți: partea de **reîncălzire** și partea de **by-passare.** Partea de reîncălzire **conține** un supraîn-călzitor secundar și a doua secțiune a supraîncălzitorului primar și reîncălzitorul.
Partea de by-pass este compusă din prima secțiune a supraîncălzitorului primar și tuburile

economizorului. Supraîncălzitorul este așezat într-un plan transversal al navei cu cele două părți - primarul și secundarul, dispuse în plan **orizontal.** Primarul asigură două treceri, prima fiind în sensul invers curgerii gazelor **arse** asigurând un schimb eficient de **căldură,** a doua fiind în **echicurent** reducând astfel temperatura metalului și supraîncălzitorul secundar este dispus astfel încât gazele și aburul au același sens de curgere, ducând la reducerea temperaturilor metalului.

Cele patru rânduri superioare ale tuburilor **supraîncălzitorului** sunt situate deasupra deschiderii formate în peretele **despărțitor** protejând astfel **reîncălzitorul.** Toate elementele

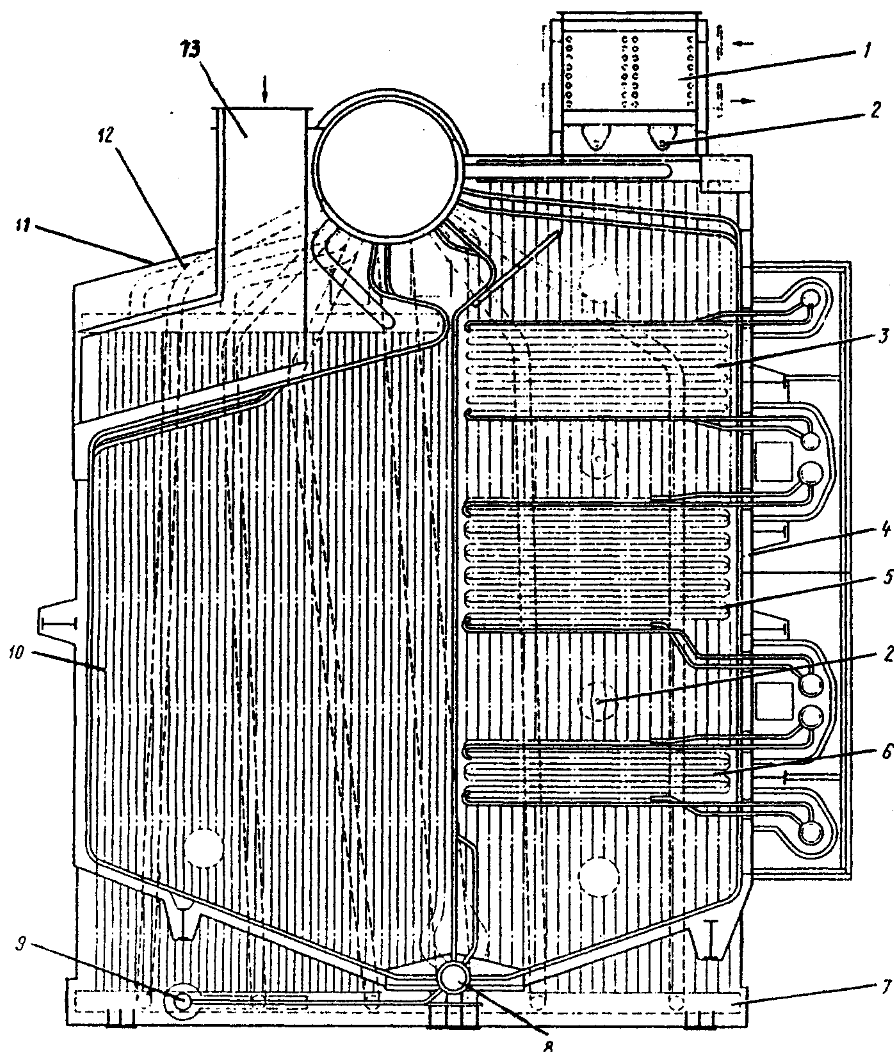


Fig. 9.53. Căldarea Foster Wheeler ESD IV

1- **economizor;** 2- suflători de funingine; *3*- **economizor** fierbător; *4*- **ecran;** 5- supraîncălzitorul **primar;** *6*- supraîncălzitorul secundar, 7- colectoarele ecranului **convectiv;** *8*- colectorul paravanului **despărțitor;** P- colector de distribuție; *10*- focarul complet ecranat; *11*- **amplasarea** celor 3 arzătoare; *12*- tuburi ascensionale ale ecranului; *13*- intrarea aerului spre arzătoare.

chiderii formate în peretele despărțitor protejând astfel **reîncălzitorul.** Toate elementele supraîncălzitorului sunt aranjate în linie pentru o ușoară curățire și inspecție și sunt prinse în colectoarele ecranului prin îmbinări sudate. Controlul temperaturii aburului este asigurat automat între partea primară și secundară a supraîncălzitorului.

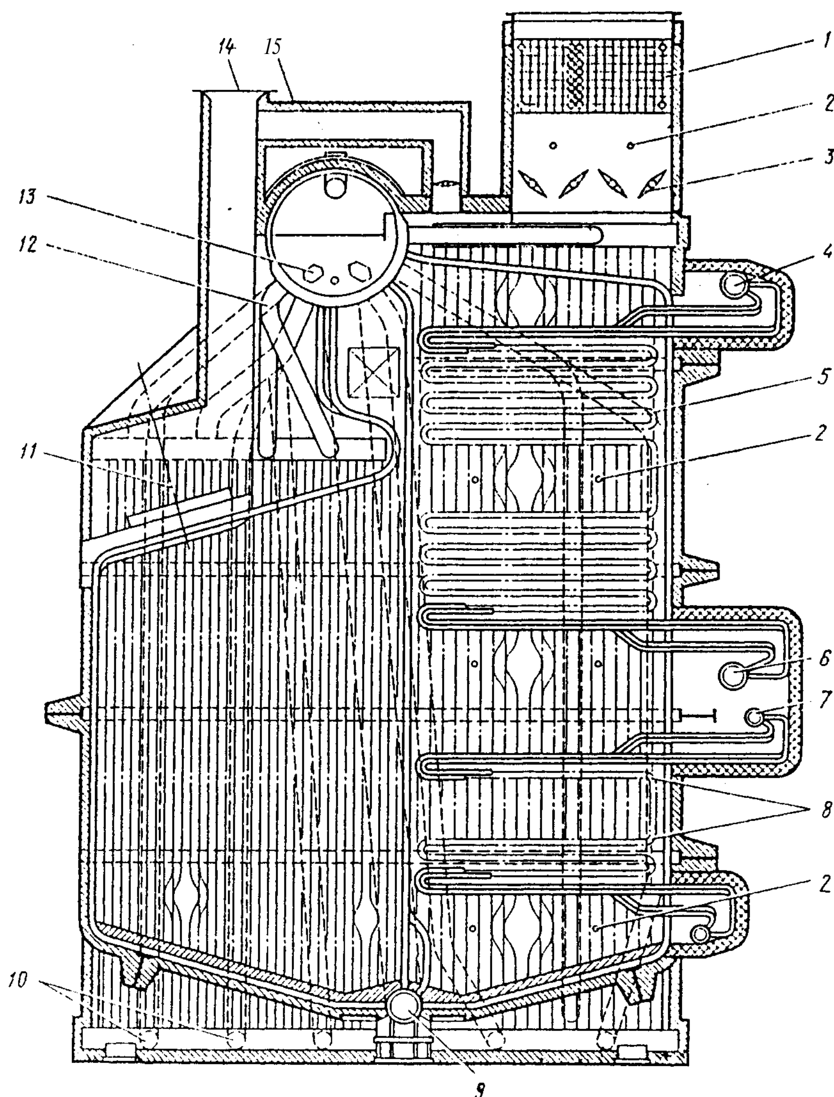


Fig. 9.54. Căldarea Foster Wheeler ESRD

/- economizor cu suprafață de schimb de căldură **nervurată**; *2* - **suflătoare** de **funingine**; *3*- șubăre pentru reglarea fluxului de gaze; *4*- intrarea aburului evacuat din turbina de înaltă presiune în **reîncălzitor**; *5*- supraîncălzitor intermediar (**reîncălzitor**); *6*- colector de ieșire din **supraîncălzitorul** intermediar; 7- colectoarele supraîncălzitorului de bază; *8*- supraîncălzitor; *9*- colectorul paravanului; *10*- coborâtoare; *11*- arzătoare; 72- tuburile urcătoare ale ecranelor, *13*- răcitor de abur; *14*- galeria de **aducțiune** a aerului pentru combustie; 75- galerie de aer pentru răcirea **reîncălzitorului**.

Preîncălzitorul este de tip **convectiv,** dispus **într-un** plan transversal în două șiruri deasupra **supraîncălzitorului** primar și **secundar,** elementele sunt în linie și **sudate** la capete. Controlul temperaturii **aburului supraîncălzit** este efectuat de registrele situate deasupra **reîncălzitorului** și a **economizorului** de by- **passare.**

In perioadele lungi de funcționare **fără** necesitatea de **reîncălzire,** la regimuri reduse sau în timpul **operațiunilor** de pompare (la tancuri), **reîncălzitorul este** protejat prin răcire cu aer de la ventilatoare.

Pentru prevenirea **șocurilor** termice aerul **rece** din galeria de aer a arzătorului **este** trecut peste tuburile reîncălzitorului în condițiile **unui** regim corespunzător **marșului** înapoi (la navele cu turbina de aburi pentru propulsie) sau pentru regimuri **tranzitorii,** pentru momentul **reluării** trecerii aburului prin **acesta.** închiderea valvulelor de **registru** ale reîncălzitorului deschide automat **admisia** aerului de răcire deasupra **încălzitorului.**

Economizorul by-pass constă din **elemente inelare** transversale situate deasupra primei treceri a supraîncălzitorului primar. **Este** dispus pentru a asigura o curgere **unisens,** împiedicând posibilitatea evaporării, **elementele** fiind susținute de **ocheții** rezistenți la încălzire ai tuburilor adiacente ale căldării. Mărirea suprafeței economizonilui este făcută prin folosirea tuburilor de oțel cu aripioare montate deasupra valvulelor registrului de control.

Figura ***9.55a*** arată curgerea gazelor prin supraîncălzitoare, **reîncălzitor** și **economizoare** în condițiile funcționării în regim normal respectiv pe marș înainte. Gazele trec de la focar în cavitatea de sub supraîncălzitoare. Majoritatea gazelor trec peste serpentina secundară a supraîncălzitorului primar, apoi prin supraîncălzitorul secundar și reîncălzitor, cu o curgere în **echicurent** peste prima secțiune a supraîncălzitorului primar și a economizonilui.

Controlul temperaturii de supraîncălzire este realizată prin reglarea registrelor de control care determină curgerea gazelor în **contracurent** înspre **economizor** și permite amestecarea celor două fluxuri de gaze prin deschiderea practicată în peretele de separare.

In figura 9. **55.** *b* este arătată curgerea gazelor pentru regimuri de funcționare tranzitorii, reduse, respectiv mersul înapoi **când aburul** nu **trece** prin încălzitor.

închiderea **șubărelor** determină gazele să treacă prin **secția** a doua a **supraîncălzitorului** primar și apoi prin cele din supraîncălzitorul secundar și mai departe prin deschiderea din peretele de separație unde se amestecă cu gazele ce traversează **prima** secție a supraîncălzitorului primar. Amestecul de gaze trece apoi prin economizor. Pentru prevenirea șocurilor termice aerul rece din galeria de aer a arzătorului este trecut peste **tuburile** reîncălzitorului în condițiile unui regim corespunzător marșului înapoi (la navele cu turbina de aburi pentru propulsie) sau pentru regimuri tranzitorii, pentru momentul reluării treceri aburului prin **acesta.**

Pentru ambele **cazuriplină** sarcină sau sarcini reduse de marș înainte sau înapoi, combinarea căilor gazelor ce ies din **șubăre** (de răcire, de control, de oprire) **de-alungul** economizonilui cu aripioare se face înainte de a ajunge la încălzitorul de aer **regenerativ.** Două tipuri de **caldarină Foster Wlheeler** sunt cele mai întâlnite și anume cele cu supraîncălzire controlată și cele de tip D cu **reîncălzire.**

9.3.2.7 Căldări de tip Weeler cu supraîncălzire controlată

Acest tip constă din două focare generatoare de abur cu un economizor, **supraîncălzitor,** și dacă este necesar un încălzitor de aer montat pe fiecare din coșuri sau încălzit cu abur.

Acest tip are posibilitatea de a menține valoarea **maximă** a temperaturii **aburului** supraîncălzit peste nivelul temperaturii aburului **supraăncalzit** peste nivelul temperaturii de evaporare, aceasta asigurând eficientă sporită a mașinii **acționate** la orice sarcină sau reduse substanțial temperatura aburului supraîncălzit la un nivel cerut în timpul manevrelor.

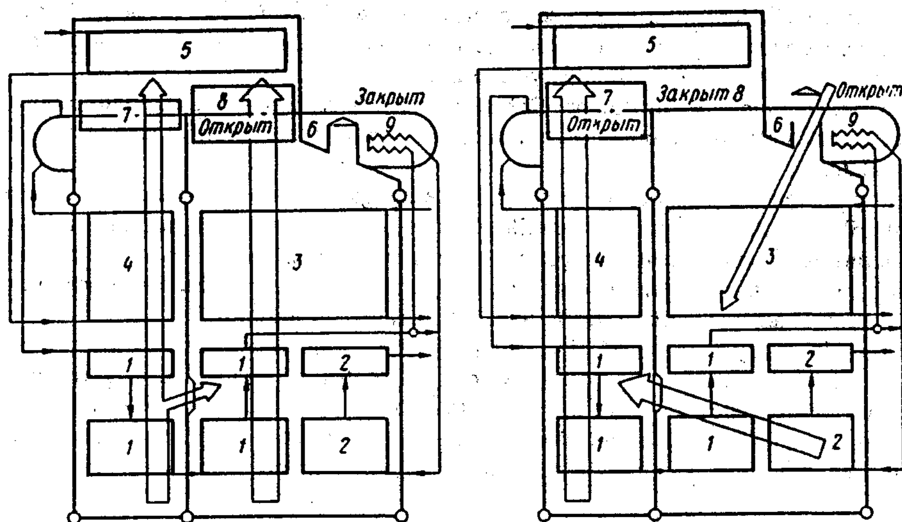


Fig. 9.55. Curgerea gazelor prin căldarea ESRD
a- pentru sarcină plină; b- pentru sardnă parţială
1- **supraîncălzitorul primar;** 2- **supraîncălzitorul secundar;** *3*- **reîncălzitor;** *4*- **economizor** pe calea de by-pass; 5- economizor cu aripioare; 6- **şubăr** pentru răcirea **reîncălzitorului;** 7- **şubăr** pentru **controlul (reglarea)** reîncălzitorului; *8*- şubăr de închidere a reîncălzitorului; *9*- **răcitor.**

Deasemeni, ratele înalte de evaporare sunt posibile prin folosirea a **două** focare **răcite** cu apă (pentru aceeaşi căldare), deci o mărire a suprafeţei de încălzire radiantă şi scăderea solicitărilor în fiecare dintre focare.

Dispunerea elementelor este arătat în figura 9.56. Un colector superior **apă-abur** este conectat **printr-un** fascicul principal de tuburi la colectorul de apă şi **printr-un** fascicul secundar de tuburi la un colector intermediar de apă cu un set mai îndepărtat de tuburi ale peretelui lateral şi acoperişului conectat la un alt colector al ecranului, astfel **formându-se** un focar interior între acoperiş (plafon), tuburile ce formează peretele lateral şi fasciculul **de** tuburi intermediare. Fasciculul principal de tuburi are primele 3 rânduri de tuburi de diametru exterior 50 **mm.,** alăturate focarului exterior, restul de tuburi având diametrul exterior de 32 **mm,** iar fasciculul intermediar are câte 2 **rânduri** de tuburi pe fiecare parte (este învecinat ambelor focare) cu un diametru exterior de 5o mm, restul tuburilor având un diametru exterior de 32 mm.

Tuburile ecranului de apă şi acoperişului focarului exterior cu diametrul exterior de 50 **mm.,** tuburile de apă de alimentare de aceeaşi mărime alimentând colectorul ecranului de la colectorul intermediar de **apă,** aşezate sub zidăria (din cărămidă) a pardoselii focarului exterior. Apa de răcire a spatelui ambelor focare este **circulată-eliminată** cu ajutorul apei din tuburile ecranului şi colectoarelor, acestea fiind alimentate prin tuburi de la colectorul principal de apă şi cel intermediar de **apă,** respectiv pentru focarul interior şi cel exterior.

Ţevile coborâtoare reîncălzite, de o mărime şi număr adecvate, fac legătura între colectorul superior şi cele două colectoare inferioare, realizând astfel circulaţia naturală a apei. Dintre fasciculul de tuburi intermediare, două rânduri de tuburi apropiate suprafeţei interioare sunt separate de restul tuburilor cu un ecran interior al colectorului intermediar, acest ecran fiind destinat să includă câte o coborâtoare la fiecare din capetele colectorului. Deci aceste două rânduri încălzite sunt prevăzute cu coborâtoarele lor proprii, independente, aceasta prevenind o inversare a sensului circulaţiei prin ele în condiţiile unei flăcări insuficiente.

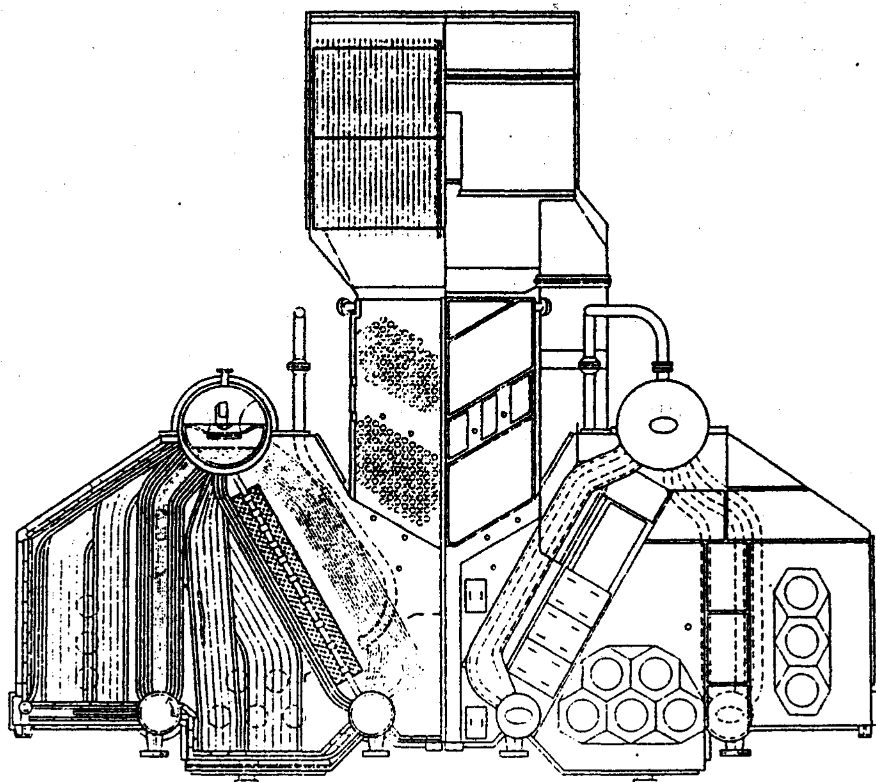


Fig.9.56. Căldare Foster Wheeler cu **reglarea temperaturii** aburului supraîncălzit cu ajutorul gazelor de ardere

Funcționare. Focarele sunt încălzite cu arzătoare de combustibil dispuse pe peretele frontal. Gazele din focarul exterior trec prin fascicolul de tuburi intermediare și apoi în focarul interior, unde sunt amestecate cu gazele din focarul interior și trec împreună cu acestea prin fasciculul principal generator, **economizor** și încălzitorul de aer.

Deoarece **supraîncălzitorul** este amplasat în fasciculul principal de tuburi, încălzirea focarului interior are un efect direct asupra temperaturii aburului supraîncălzit , pe când încălzirea focarului exterior nu are un efect **direct**, deci încălzirea diferită a focarului exterior și a celui interior va determina controlul asupra temperaturii finale a aburului.

Această încălzire diferențiată este efectuată prin alegerea numărului de arzătoare în fiecare focar și în final, prin reglarea presiunii combustibilului arzătoarelor fiecărui focar.

Dispunerea **supraîncălzitorului, economizorului** și încălzitoarelor de aer pentru căldările cu **supraîncălzitor** controlat este aceeași ca la căldările de tip **"D"**.

9.3,2.8. Căldare de tip "D" cu reîncălzire

Căldările Foster -Wheeler cu **reîncălzire (fig.9.57)** sunt folosite pentru a alimenta turbinele cu sistem de reîncălzire între trepte. Aceste căldări au la bază tipul "D" cu un singur focar, fasciculul principal fiind împărțit în două părți cu colectoare de apă unul pentru rândurile de țevi radiante și unul pentru tuburile principale **fierbătoare**, ambele colectoare fiind prevăzute cu tuburi coborâtoare separate.

în spațiul dintre cele două părți ale fasciculului principal protejat împotriva radiației directe a focarului se află un **reîncălzitor** de o construcție **specială**, care primește două fluxuri separate de **abur** de la surse diferite (turbina din babord și cea din tribord). Acest reîncălzitor este format din două perechi de colectoare longitudinale, o pereche pentru aburul de la turbina din babord și una pentru aburul de la turbina din tribord.

Aceste colectoare primesc aburul lucrat în **treapta** de înaltă presiune de la turbinele din tribord respectiv babord și alimentează cu abur reîncălzit treptele intermediare și de joasă presiune ale turbinelor din tribord și **babord.**

Aburul de la cele două agregate de turbine este **menținut** separat în reîncălzitor cu ajutorul unui sistem de țevi transversale și tuburi încrucișate, în timp ce aburul de la **fiecare** turbină este distribuit egal peste **toată** suprafața **reîncălzitorului.** Aceasta asigură ca temperatura de **reîncălzire** obținută să fie identică pentru aburul livrat turbinelor din babord și **tribord**, indiferent de variațiile locale ale temperaturii gazelor ori a depunerilor pe suprafața de încălzire a **reîncălzitoarelor.**

Supraîncălzitorul este montat în spațiul dintre rândurile **încălzite** direct de flacără și reîncălzitor. În concordanță cu **aceasta**, partea generatoare de abur are o eficiență **egală** cu a căldărilor **principale** și produce abur **supraîncălzit** în același mod pentru turbinele principale, aceasta mărind cantitatea de abur oferită de căldările principale ale navei.

Tipul ilustrat în figura 9.57 este capabil să producă 26350 **kg/h** de abur la 45 **bar** și 454° C, iar reîncălzind cele două fluxuri de aburi se **ajunge** la 68000 **kg/h** cu o temperatură a

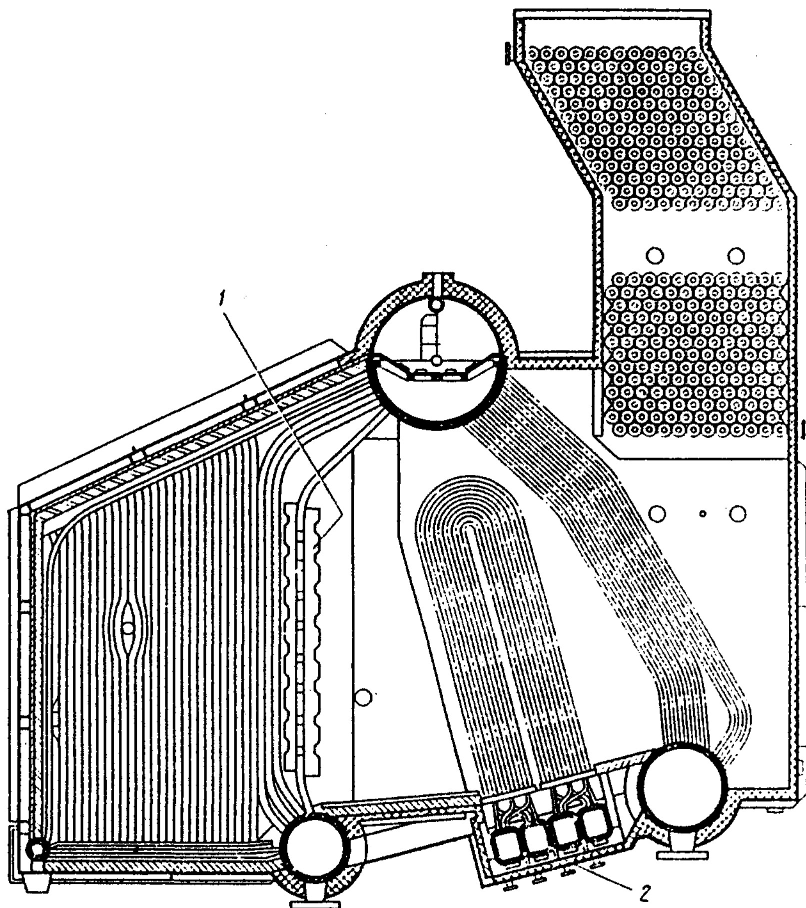


Fig. 9.57. Căldare Foster Wheeler cu **reîncălzire**

aburului cuprinsă între 322 și 454 ° C. Procesul de combustie dă posibilitatea obținerii cantității de căldură necesară reîncălzirii și totodată asupra încălzirii aburului la nivelul suprafeței supraîncălzitorului, în așa fel încât, temperaturile de reîncălzire și supraîncălzire ale aburului să poată fi obținute în același timp.

9.3.2.9. Căldările Babcock & Wilcox

Primele căldări Babcock erau de tipul cu colector și erau prevăzute cu tuburi de 100 mm diametru, colectorul de aburi fiind poziționat de-a lungul tuburilor iar colectorul din fontă era conectat prin nipluri, iar țevile de comunicare se aflau la partea inferioară a colectorului (fig.9.58).

Construcția inițială . Principala modificare în proiectul acestui tip de căldare, pentru utilizarea în marină , constă în repoziționarea și orientarea în unghi drept a colectorului față de tuburi, iar toată fața sau partea inferioară a colectoarelor era îmbibată prin nipluri direct la baza colectorului.

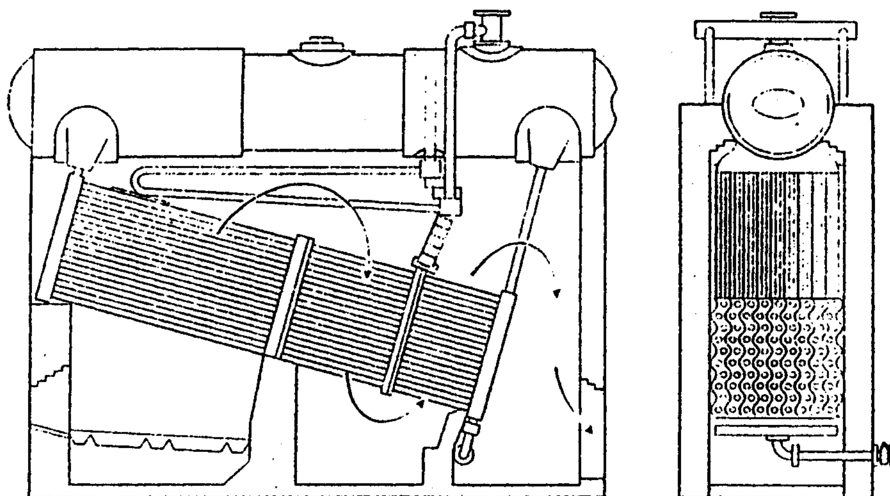


Fig. 9.58. Caldarină Babcock (primele tipuri)

în timp ce particularitățile inițiale ale acestui tip de colector au rămas nemodificate, odată cu creșterea presiunilor și temperaturilor de lucru construcția colectoarelor, diametrele tuburilor, poziționarea și felul supraîncălzitorului, au suferit mdificări importante.

Căldarea Babcock & Wilcox este în esență o, căldare robustă, motiv pentru care erau instalate la bordul navelor comerciale construite în SUA încă din 1939-1945.

Detalii asupra acestui tip sunt ilustrate în fig 9.59.

Diferențele principale între aceste două tipuri de căldări sunt: - creșterea presiunii de lucru, diferențe între diametrele tuburilor, poziționarea și felul supraîncălzitorului, adăugarea ecranelor, încălzitorul de aer, controlul supraîncălzirii etc.

Mărimea tuburilor. Îmbunătățirea calității apei de alimentare a condus la utilizarea unor tuburi cu diametre din ce în ce mai mici, obținându-se în final o creștere a suprafeței de schimb de căldură a acestor căldări. Astfel diametrele cele mai frecvent întâlnite ale tuburilor fierbătoare la aceste căldări sunt de 100 mm, 50 mm, 30 mm și 25 mm, ele fiind grupate în

fascicule de câte 4,9 sau 14 **tuburi.** Spre deosebire de primele soluții constructive ale căldărilor **Babcock,** la care toate tuburile aveau un diametru de 100 mm, la cele actuale numai tuburile din vecinătatea focarului au un diametru mai mare, celelalte fiind mai mici (fig. 9.60).

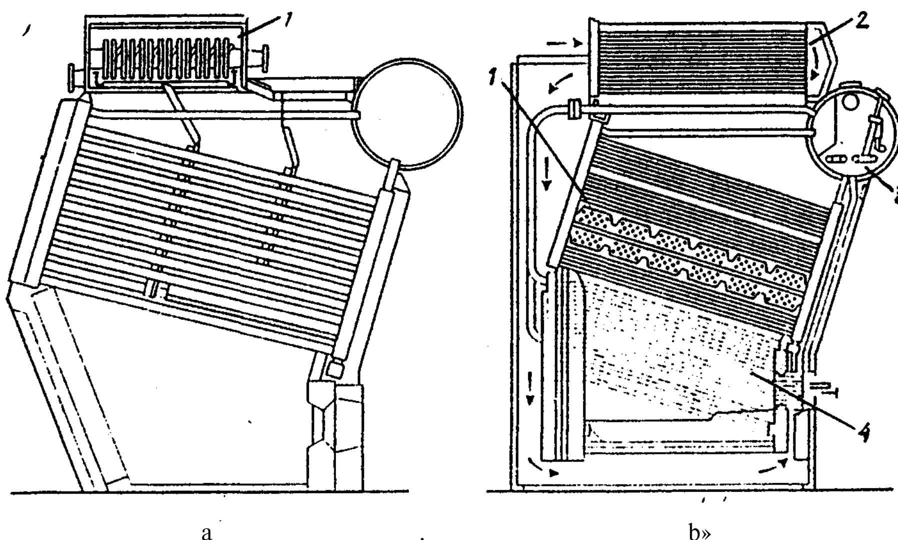


Fig. 9.59. Căldări **Babcock** secționate
/- **supraîncălzitor;** 2- încălzitor de aer, *3*- răcitor de abur, *4*- ecran.
Varianta A- realizează o presiune de lucru de 14 bar] și o temperatură a aburului de 221° C la trei treceri ale gazelor printre tuburi de **100** mm **diametru.**
Varianta B- realizează o presiune de **31 bar** și o temperatură a aburului supraîncălzit de 339° C printr-o singură trecere a gazelor printre tuburi cu **diametrul** de 38 mm.

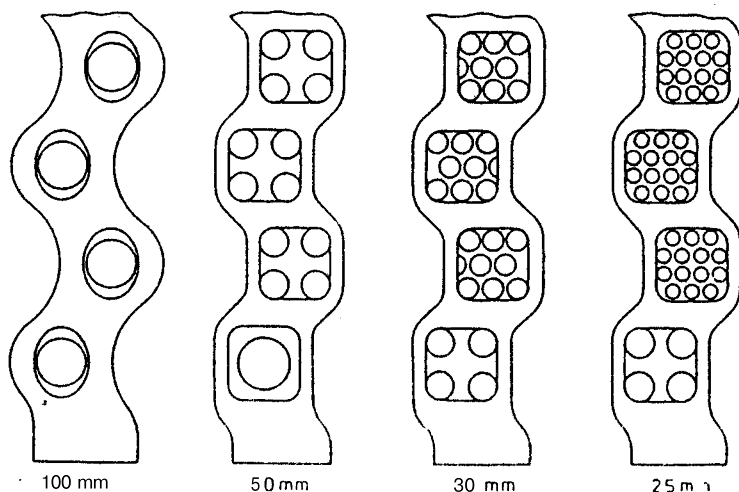


Fig. 9.60 Gruparea **tuburilor** în colectoarele căldărilor **Babcock**.

Detalii constructive. Unghiul obținut de înclinare a tuburilor între fața și spatele colectoarelor este de **15°** C, iar mărimea suprafeței de **încălzire** per secțiune este mărită sau micșorată prin variația numărului de tuburi, grosimea secțiunii sau lungimea tuburilor.

Toate elementele sub presiune **sunt** făcute din oțel, colectoarele fiind turnate și forjate **într-o** formă **sinuoasă** astfel încât tuburile, fiecare în grup sau individual în cazul tuburilor de 100 mm, sunt așezate în **eșicher,** în poziție relativă unul **față** de altul. Colectorul de aburi poate fi sudat sau construit prin forjare, majoritatea **construcțiilor** recente fiind sudate.

Tuburile de retur, indiferent de mărimea celor generatoare, au în mod normal un diametru de 100 **mm,** toate tuburile din căldare fiind montate prin **mandrinare.**

Supraîncălzitorul. Supraîncălzitorul este de tip **"*U*",** capetele tuburilor fiind fixate în două colectoare **separate,** cilindrice sau rectangulare, confecționate din oțel. Curbele **"*U*"** **sunrt** încrucișate sau în unghi drept cu tuburile generatoare ale căldării, iar colectoarele sunt așezate pe o singură parte. Colectoarele **supraîncălzitorului** sunt prevăzute cu diafragme interioare de separație, sudate, astfel încât aburul realizează un număr de treceri prin aceste plăci înainte de-a părăsi **supraîncălzitorul** (**fig.** 9.61).

La căldările de înaltă presiune, cu temperaturi de supraîncălzire mari, supraîncălzitorul este mutat din poziția lui normală de deasupra primei șia celei de-a doua treceri, și este plasat într-o poziție intermediară. Această poziție este între rândurile tuburilor generatoare, aproximativ la o treime de jos în sus a fasciculului de tuburi, unde temperatura impusă aburului poate fi obținută cu ajutorul unui **supraîncălzitor** de mărime medie.

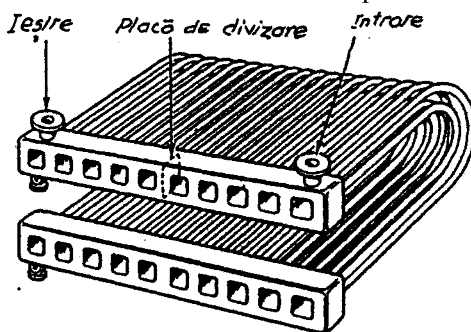


Fig. 9.61. Forma supraîncălzitorului la căldările de tip Babcock.

Dispunerea componentelor. Colectoarele posterioare sunt libere să se miște pe structura **posterioară,** pe când cele frontale sunt fixate prin aceasta **asigurându-se** preluarea oricăror variații în lungimea tuburilor prin încălzire. Este uzuală trimiterea aerului de alimentare, încălzit în **preîncălzitor,** prin **învelișuri** duble dispuse pe părțile din jurul și în partea de jos a focarului, apoi în partea frontală a căldării, unde sunt așezate arzătoarele.

Astfel focarul este izolat iar pierderile de căldură prin radiație sunt menținute la un nivel scăzut. Colectorul de abur, arătat în figura 9.59 ***B*,** este **montat,** cu ajutorul unor șicane **longi-tudinale** fixate peste tuburile de retur, astfel încât amestecul **apă/abur** tinde să se separe, apa coborând și aburul urcând prin colectorul interior de abur de-a lungul părții superioare a colectorului.

Diafragmele sunt **deasemeni,** fixate în colectorul de abur, **prevenindu-se** variațiile excesive ale nivelului apei la **bandări** ale navei pe vreme rea.

în cazul căldărilor cu supraîncălzire înaltă este întâlnit un **răcitor** tip serpentină în interiorul colectorului de abur; acesta poate alimenta cu o cantitate de abur răcit consumatorii de abur saturat sau poate **fi** cu un sistem de control automat al temperaturii aburului supraîncălzit. Detaliile așezării componentelor acestui tip de căldare variază în funcție de scopul pentru care sunt construite, dispunerea inițială rămânând aceeași, putând apare diferențe ale pozițiilor supraîncălzitorului, adăugarea ecranelor, **economizoarelor,** a **preîncălzitoarelor** de aer, etc.

îmbunătățirea calităților apei de alimentare determină folosirea tuburilor cu **diametre**

mai mici, de aceea căldarea cu o singură trecere, prevăzută cu tuburi de diametru de 32 mm, supraîncălzitor intermediar, focar cu pereți de apă (ecrane) și preîncălzitor de aer, care produce abur la o presiune de 31 bari, era foarte întâlnită pe nave de tip cargou și petroliere, ulterior parametrii aburului fiind crescuți la 41 bari și 454 ° C (fig. 9.62).

9.3.2.10. Căldări Babcock eu tuburi curbe

Controlul supraîncălzirii aburului în special pe timpul manevrelor, este unul din factorii care influențează proiectarea căldărilor acvatubulare. Căldările cu tuburi curbe Babcock se împart în trei categorii, fiecare dintre ele folosind o metodă diferită de control asupra încălzirii aburului.

9.3.2.10.1. Căldări cu supraîncălzire controlată

Căldările de acest tip folosesc două focare separate. Arzătoarele unui focar livrează căldură pentru supraîncălzitor, care este ecranat de trei rânduri de tuburi ale căldării, iar un set separat de arzătoare, de la alt focar, livrează căldura necesară producerii aburului saturat.

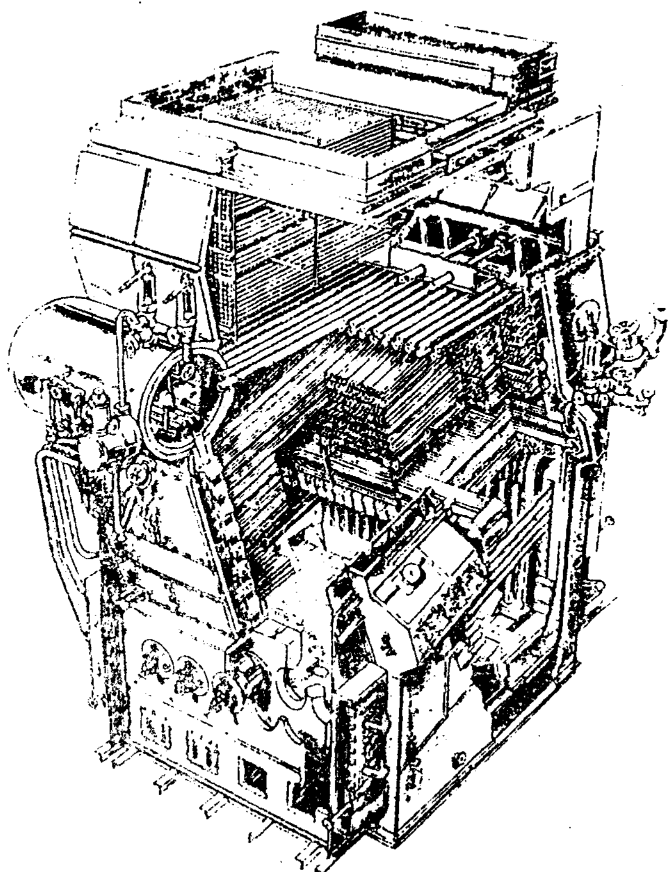


Fig. 9.62. Secțiune printr-o căldare Babcock navală cu o singură trecere. Figura ilustrează supraîncălzitorul și încălzitorul de aer, dispunerea tuburilor în lateral și spatele pereților focarului

Controlul temperaturii aburului este realizat prin reglajul arderii in cele două focare. Acest tip de căldări au în plus avantajul obținerii unei mari cantități de abur saturat direct din colector, **exceptând** producția de abur supraîncălzit Acest tip de căldare, cu două focare **şi** trei colectoare a fost înlocuit de următoarele două tipuri.

9.3.2.10.2. Căldări cu focar, integral ecranat

Căldările de acest tip sunt prevăzute cu două colectoare și un focar plasat într-o latură și format prin extinderea ecranului de tuburi care fac parte din sistemul principal de **circulaţie** (fig. 9.63).

Aceste căldări au fost construite pentru capacități de 81500 **kg/h** abur, la o presiune **de** 70 **bari** și o temperatură a aburului 510 **°C,** limitarea temperaturilor fiind determinată de caracteristicile materialelor disponibile din care **sunt** confecționate **supraîncălzitoarele.**

Așa cum se vede din **figură,** un singur fascicul de tuburi este fixat prin **mandrinare** între plăcile **tubulare** ale celor două colectoare; aceste tuburi, ca și cele din pereții laterali sunt ușor înclinate, reducând în acest mod suprafața de bază a căldării.

Cerul focarului și pereții laterali sunt formați din tuburi **mandrinate** în cele **două** colectoare. Peretele din spate este răcit cu **apă,** fiind format din tuburi drepte paralele cu snopul principal de tuburi, acestea fiind, de asemeni, mandrinate în colectoarele superioare și inferioare. Toate colectoarele sunt unite prin tuburi ridicătoare și coborâtoare cu colectorul de **aburi.Tuburile** de construcție simplă sunt mai des **întâlnite** la pereții laterali și din spate, dar uneori acestea sunt căptușite cu plastic sau **cromate.**

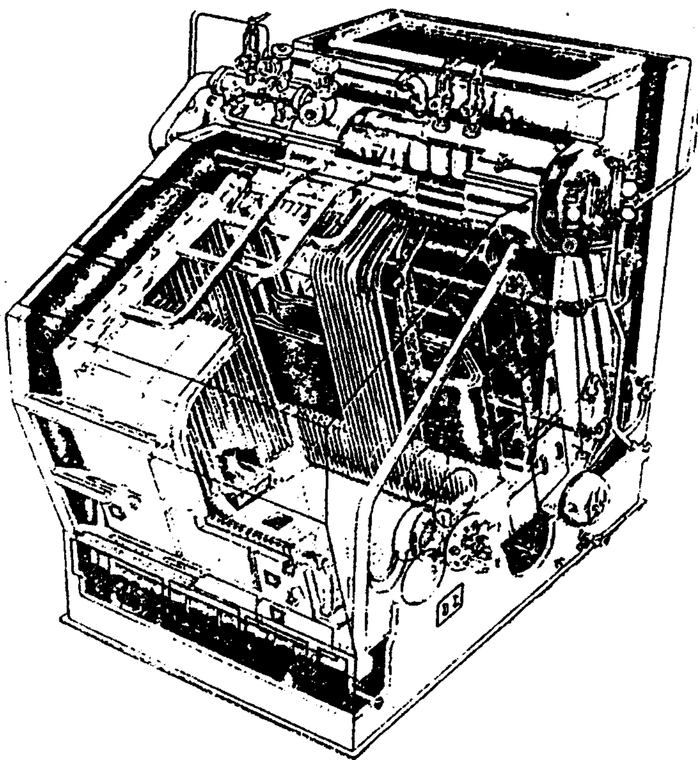


Fig. 9.63. Secțiune **printr-o** căldare **Babcock** cu un focar integral răcit

Peretele frontal este prevăzut cu un strat de material refractar cu grosimea de 150 mm, care la rândul său este dublat de un strat izolator cu grosime de 60 mm, baza focarului fiind de asemeni, formată din cărămizi refractare și izolate termic. Din focar, gazele arse trec printr-un ecran format din câteva rânduri de tuburi 2÷5 cu diametrul de 50 mm dispuse în șah înainte de a intra în supraîncălzitor. Snopul principal de tuburi din spatele supraîncălzitorului constă din aproximativ 20 de rânduri de tuburi cu diametrul de 32 mm fiecare, dispuse în eșicher și cât mai stâns posibil, pentru a se asigura o cât mai mare viteză de curgere a gazelor și transmitere a căldurii.

Toate aceste tuburi mandrinate în plăcile tubulare ale ambelor colectoare sunt curbate în așa fel încât formează un spațiu de acces pentru supraîncălzitor, și, în același timp, să permită o prindere radială în colector.

Tuburile ecranului sunt, de asemeni, mandrinate în ambele colectoare, iar câteva dintre ele sunt utilizate pentru a forma un perete despărțitor ce previne ca gazele calde să by-passeze supraîncălzitorul, să lovească colectoarele căldării, colectoarele supraîncălzitorului și suporții supraîncălzitorului.

Supraîncălzitorul care este purjabil, este realizat din tuburi în formă de "*U*", instalate transversal în spațiul dintre ecranul din tuburi și fascicului din spate. Pentru inspecție, spălare cu apă și o întreținere ușoară a suporților și a elementelor pentru suflarea funinginei, este realizat un spațiu de acces între tuburile în formă de "*U*"ale supraîncălzitorului precum și un alt spațiu de acces în spatele supraîncălzitorului.

Capetele tuburilor în formă de "*U*", sunt mandrinate în colectoarele cilindrice verticale de intrare și ieșire din spatele căldării.Pentru temperaturi înalte ale aburului, tuburile sunt fixate și prin sudare în interiorul colectorului.

Colectoarele supraîncălzitorului sunt separate prin diafragme interioare pentru a dirija direcția de curgere a aburului prin câteva treceri, mărind viteza aburului, acest lucru asigurînd o creștere a ratei de absorbire a căldurii și reducerea temperaturii metalului, la minim. Tuburile supraîncălzitorului sunt susținute de un suport turnat dintr-un oțel rezistent la temperatură, atașat la suportul de tuburi răcit cu apă. Acesta poate fi înlocuit fără a îndepărta tuburile supraîncălzitorului.

Carcasa căldării este de construcție sudată având pereți dubli, acest lucru ducând la excluderea scăpărilor de gaze și funingine în exterior și reducerea pierderilor de căldură prin radiație. Controlul temperaturii de supraîncălzire se realizează prin intermediul unui schimbător de căldură, iar pentru scopuri auxiliare ale aburului poate fi montat un răcitor în colectorul apă/abur.

9.3.2.10.3. Căldări cu domeniul larg de reglare a temperaturii aburului supraîncălzit

Acest tip de căldare a fost produs să răspundă cerințelor navelor militare realizându-se într-o căldare cu un singur focar, căldare ce a fost modificată în timp pentru a fi folosită și pe navele comerciale. Uzual, căldarea este de tipul cu două colectoare, tuburi curbe și un focar integral ecranat format pe o parte de o extindere a ecranului de tuburi, care aparțin sistemului principal de circulație.

Fasciculul principal de tuburi dintre colectorul superior și cel inferior este împărțit în două părți de un perete vertical ce determină două căi paralele de trecere gazelor. Cantitatea de gaze ce trece prin fiecare cale, poate fi reglată prin intermediul a două seturi de șubăre montate spre evacuare (fig. 9.64).

Supraîncălzitorul este montat în întregime pe una din aceste căi, temperatura aburului supraîncălzit putând fi reglată printr-o poziționare corespunzătoare a șubărelor. Cele două seturi de șubăre sunt cuplate împreună și pot fi acționate fie manual, printr-o manetă, fie

automat, iar amplasarea lor într-o zonă cu temperaturi mai scăzute, permite confecţionarea lor din oţeluri obişnuite. Cele două seturi de **şubăre** sunt cuplate împreună şi pot fi acţionate fie manual, printr-o **manetă,** fie **automat,** iar amplasarea lor într-o zonă cu temperaturi mai scăzute, permite **confecţionarea** lor din **oţeluri** obişnuite. Se pot observa : un singur focar şi cele două seturi de şubăre pentru reglarea cantităţii de gaze arse ce trec prin **supraîncălzitor.**

După felul cum sunt poziţionate **şubărele,** gazele sunt dirijate apoi, fie spre **economizor,** fie prin **preîncălzitorul** de aer, fie prin **amândouă.** Focarul este înconjurat de paravane de apă (pereţi din tuburi cu apă) într-o manieră similară cu cea a căldărilor cu focar integral. **Ecranul** fasciculului principal, dintre cele două treceri ale gazelor, este realizat din tuburi **cromate** de SO mm şi 32 mm **diametru,** acestea necesitând o întreţinere **minimă.**

O scurgere de gaze prin acest ecran afectează controlul temperaturii aburului, de aceea **supraîncălzitorul** este proiectat să preîntâmpine temperatura excesivă a aburului în eventualitatea defectării acestui ecran.

Supraîncălzitonil este dispus astfel încât permite mai multe treceri ale aburului şi are ieşirea dispusă în partea cu temperatură mai scăzută a curentului de gaze, astfel **încât,** viteza şi temperatura aburului este mare în tuburile aflate în zona cu temperaturi relativ mai mici.

Astfel temperatura metalului este **redusă,** scăzând posibilitatea **corodării** datorate **vanadiumului.** Soluţia adoptată pentru controlul temperaturii aburului, prin montarea **supraîncălzitorului** numai pe o cale de trecere a gazelor, spre deosebire de căldările cu focar integral, unde **supraîncălzitorul** este montat pe toată **secţiunea** de trecere a gazelor, a determinat concentrarea suprafeţei de schimb de căldură a supraîncălzitorului.

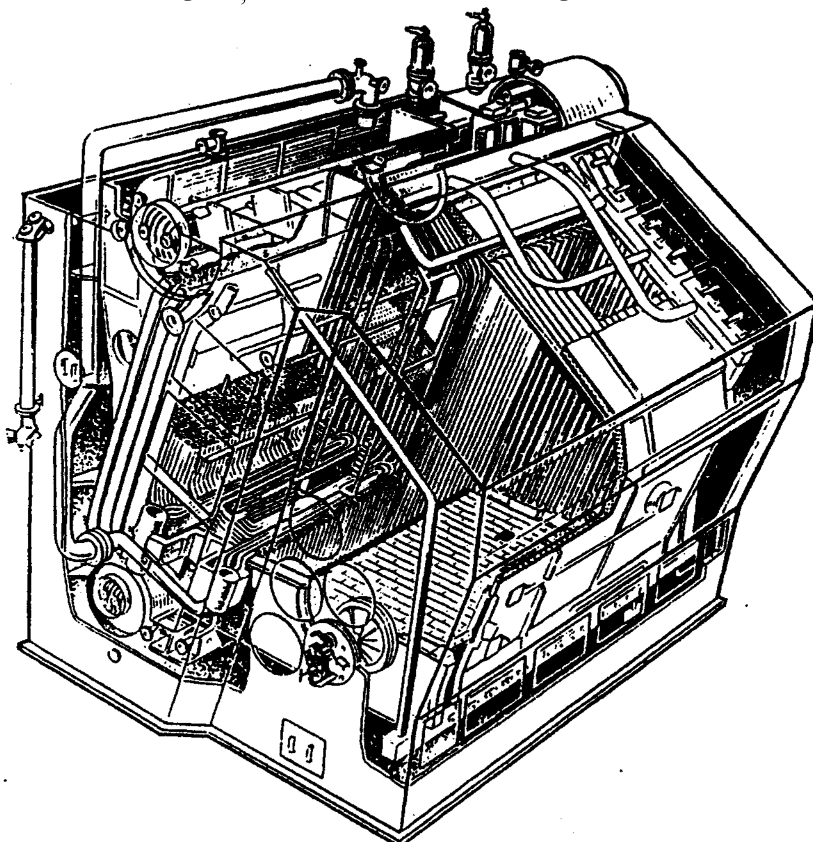


Fig. 9.64. Vedere interioară printr-o căldare Babcock cu domeniul larg de reglare a temperaturii aburului supraîncălzit

Acest lucru s-a realizat cu ajutorul **supraîncălzitorului** cu elemente în dublu "*U*" în locul celor în simplu "*U*". Pentru spălare, inspecţie şi **întreţinere** este prevăzut un spaţiu de acces **adecvat**, pe ambele părţi ale supraîncălzitorului.

Această căldare are o posibilitate mult mai largă de control a temperaturii aburului supraîncălzit decât **s-ar** putea obţine cu un (**răcitor** intermediar), reglarea temperaturii aburului se poate face astfel mai simplu.

în **condiţii** normale de **lucru**, obţinerea de temperaturi scăzute este **necesară**, în special pe timpul punerii la **încălzit**, la manevre şi în cazul **în** care maşina de propulsie trebuie să lucreze, din diferite motive, cu presiuni şi temperaturi reduse.

Sistemul de control al supraîncălzirii permite proiectarea căldării astfel încât să se realizeze temperatura **maximă a** aburului, chiar dacă **supraîncălzitorul** este murdar (are depuneri de **funingine**).**Căldarea** este construită **într-o** carcasă **dublă**, **sudată**, iar aerul de tiraj **forţat**, trimis de către **suflante** către focar, este trecut printr-un **încălzitor** de aer, montat în spaţiul dintre învelişul interior şi cel exterior al carcasei.

Astfel, întreaga căldare este **înconjurată** de aer sub presiune, scăpările de gaze şi funingine în exterior sunt astfel eliminate, iar pierderile de căldură prin radiaţie sunt minime.

Trebuie reţinut că cele două tipuri de căldări, **Babcock** & **Wilcox** (cu două focare şi cu focar integral) au o construcţie asemănătoare, principala **diferenţă** constând în modalitatea de control a temperaturii **aburului** supraîncălzit

Colectoarele ambelor tipuri de căldări sunt de construcţie **sudată**, iar pentru reducerea umidităţii aburului ce intră în **supraîncălzitor**, amestecul de apă-abur descărcat în colectorul de abur, din fasciculul tuburilor generatoare, este **trecut** printr-un separator de tip **"Ciclon"** **(fig.9.65).În** aceste tipuri de căldări, circulaţia apei **este asigurată** la niveluri corespunzătoare printr-un număr de tuburi **coborâtoare** neîncălzite de diametru mare, montate între colectoarele superioare şi inferioare, precum şi între colectoarele peretelui de **apă**, acestea din urmă fiind montate înăuntrul învelişului **dublu** al **căldării**. înainte de ieşirea gazelor din căldare, acestea traversează **economizorul** şi **preîncălzitorul** de **aer**.

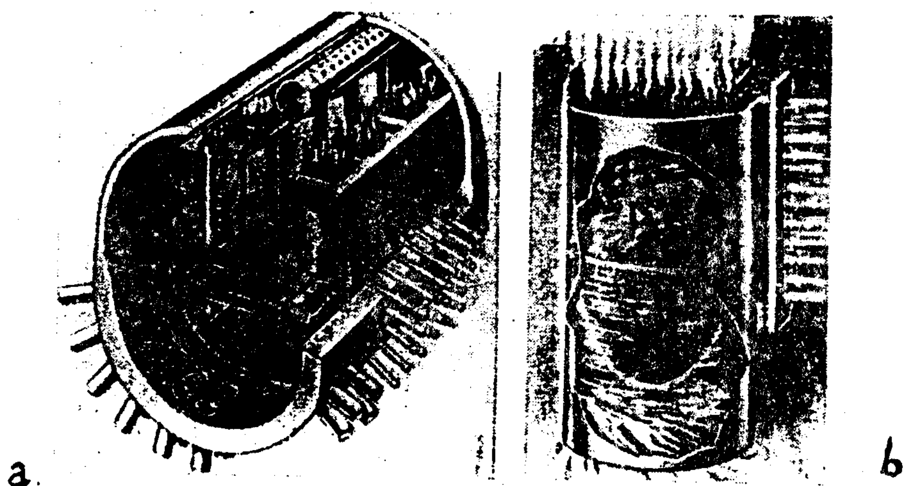


Fig. 9.65. Separatorul de abur de tip "Ciclon" al căldărilor Babcock
a. Vedere prin secţiune a unui colector care arată separatorul de tip Ciclon şi diafragmele la care sunt conectate **intrările**;**b.** Separatorul de abur tip Ciclon **care** arată **mişcarea circulară**, rezultată din viteza mare a aburului şi a apei în amestec ce intră prin **dreapta**; ieşirea apei pe la **bază**; iar ieşirea aburului pe la partea **superioară**.

CăldărileBabcock prezentate mai sus se află în funcțiune pe un **însemnat** număr de nave aflate în exploatare, însă navele noi, în special tancurile petroliere noi sunt echipate cu căldări evoluate de tip MR, **M21** și Ml1 M ce vor fi descrise în continuare.

9.3.2.11. Căldarea Babcock radiantă de tip MR

Căldările de tip MR (fig. 9.66) **sunt** formate din două părți unite între ele, constând dintr-un focar complet ecranat răcit în totalitate cu apă și o altă cameră ce conține totalitatea suprafețelor de încălzire **convectivă**, **răcită**, de **asemenea**, cu **apă**.

Aceste două părți sunt **separate prinr-un** ecran de tip membrană etanș la gaze, pe toată **suprafața**, exceptând o deschidere amplasată în partea sa **inferioară**, prin care gazele **părăsesc**

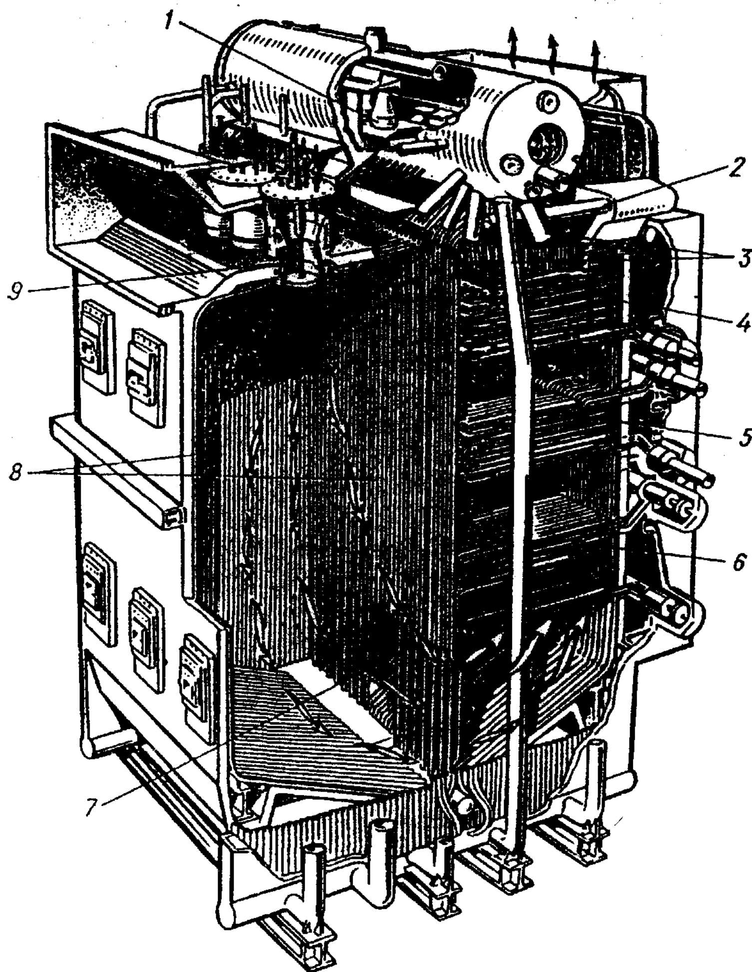


Fig. 9.66. Căldarea Babcock tip MR
1- **răcitorul** prin **suprafață** al aburului din colectorul **superior**; 2- **colector**; *3*- tuburi coborâtoare; *4*- **economizorul** cu **serpentine** dispuse în plan orizontal; *5,6*- **supraîncălzitorul** primar și secundar, 7- deschideri pentru gaze în paravan; 5- pereți ecranați (**membrane**); *9*- registre de aer.

focarul. Arzătoarele de combustibil sunt amplasate pe cerul focarului. Mărimea *şi* forma focarului este astfel aleasă încât să se poată asigura o lungime corespunzătoare a flăcării şi o combustie optimă. Produsele de ardere traversează astfel focarul, de sus în jos, mărindu-se durata de staţio-nare a acestora *în* focar.Aceste caracteristici asigură o ardere completă a combustibilului cu o cantitate minimă de aer.

Gazele de ardere părăsesc focarul prin deschiderea practicată la partea inferioară a ecranului,pătrunzând apoi în camera de convecţie şi urcând spre supraîncălzitor şi economizor. Supraîncălzitorul este format din două secţiuni, primară şi secundară, fiecare fiind formată din elemente cu bucle multiple (serpentine) dispuse orizontal.

Curgerea gazelor şi a aburului este în echicurent, asigurând o temperatură minimă a tuburilor. Spaţiul dintre elementele supraîncălzitorului permite curăţirea funinginei prin suflarea cu aer.

Temperatura finală a aburului supraîncălzit este controlată cu ajutorul unui răcitor plasat între prima şi a doua treaptă a supraîncălzitorului, prevăzut cu posibilitate de by-passare. Trecerea aburului prin acet răcitor, este reglată cu ajutorul unei valvule cu trei căi sau cu două valvule separate comandate de un regulator de temperatură.

Răcitorul este de tipul prin suprafaţă şt este dispus în colectorul de abur al căldării.

in căldările moderne, construite în ultimul timp, ce lucrează cu temperaturi înalte ale aburului supraîncălzit şi cu exces mic de aer, principala cantitate de căldură transferată de la combustibilul ars la fluidul de lucru se realizează în tuburile generatoare (fierbătoare) ce formează ecranele ce delimitează în întregime camera de ardere (focarul) precum şi la nivelul tuburilor supraîncălzitorului de abur.

In căldările radiante Babcock MR, în camera convectivă se află amplasat la partea superioară un economizor ce captează căldura de k gazele de ardere, după ce acestea au traversat supraîncălzitorul primar şi secundar. Economizorul este format din multe rânduri de serpentine orizontale, suprapuse.

După ce părăsesc căldarea gazele de ardere pot traversa una din următoarele variante constructive şi anume: economizor cu tuburi de oţel placate cu fontă, încălzitor de aer, fie împreună fie separate. in afară de aceste soluţii se mai poate întâlni şi soluţia dispunerii unui încălzitor de aer cu abur.

în construcţia acestei căldări o largă utilizare o are folosirea pereţilor ecranaţi, răciţi cu apă ce circulă în interiorul tuburilor. Aceşti pereţi - membrană, ecrane, delimitează în întregime camera convectivă şi focarul căldării cu excepţia cerului focarului sau a peretelui frontal prevăzut cu izolaţie refractară, formată din cărămizi refractare ancorate numai în zona arzătoarelor căldării.

Colectorul de abur având un diametru destul de mare sprijină la cele două capete ale sale pe un rând de tuburi coborâtoare de diametru mare ce alimentează cu apă colectorul inferior. în practica firmei Babcock în tamburul superior se amplasează un separator ciclonal. Aburul uscat ajunge astfel să intre *te* supraîncălzitor iar apa separată din abur în tuburile coborâtoare, ceea ce asigură o circulaţie pozitivă şi rapidă pentru toate regimurile de lucru ale căldării. Suprafeţele externe ate colectorului de abur al căldării, ale colectoarelor ecranelor şi ale tuburilor coborâtoare sunt acoperite cu izolaţie termică.

Toate elementele(serpentinele) supraîncălzitorului şi economizorului sunt fixate pe de o parte de paravanul dintre focar şi camera de convecţie iar pe de altă parte de peretele lateral al camerei convective (peretele camerei de fiim).

Camerele supraîncălzitorului şi economizonilui sunt închise de peretele frontal şi de cel posterior al căldării, în care sunt prevăzute deschideri pentru acces şi pentru amlasarea tuburilor suflătorilor de funingine, pe toată adâncimea căldării, în vederea suflării, curăţirii suprafeţelor de încălzire convective (ale supraîncălzitorului şi economizonilui).

în exploatarea acestor căldări nu apar cerinţe suplimentare faţă de exploatarea altor tipuri de căldări moderne. Trebuie respectate măsurile privind respectarea parametrilor

instalației de alimentare cu **combustibil**, a **parametrilor** apei de alimentare și a controlului **temperaturii** aburului. Se înțelege de la sine, necesitatea asigurării unor indici de calitate **corespunzători** pentru apa de alimentare (**demineralizare**, filtrare, **etc.**).

Mai trebuie **reținute cîteva** din principalele avantaje ce le prezintă căldările radiante **Babcock** tip MR și anume:

- **construcția** este în întregime **sudate;**
- **un preț de** cost **relativ** scăzut având în vedere construcția modulară a **ecranelor;**
- eliminarea izolației de cărămidă refractară;
- **arhitectura** camerei de ardere permite **desfășurarea** unei flăcări pe toată **lungimea** acesteia;
- nu **sunt** necesare **garnituri** de etanșare **cu** excepția **autoclavelor tamburelor,ș.a.**

9.3.2.12. Căldarea Babcock tip M 21

Această căldare (vezi fig. 9.67) prezintă o **construcție robustă**, în stil tradițional, cu două **fascicule** de tuburi generatoare: **fasciculul** radiant ce delimitează **focarul**, și fasciculul de țevi **convective.**

Datorită **înălțimii sale** relativ **reduse, poate** fi întâlnită acolo unde căldările de tip MR nu pot fi **amplasate** din **cauza înălțimii** lor.

Căldarea M 21 este performantă dacă amintim că **poate** asigura:

- **debite între 34 ÷ 115 tone/h;**
- **presiunea** aburului **supraîncălzit 400 ÷ 538** ° C.

Căldările de tip M 21 pot fi cu arzătoarele montate pe cerul focarului sau la cererea **amatorilor** pe **panourile** frontale. Și **într-o** variantă și **alta**, focarele **sunt** delimitate de ecranele de tuburi, izolația **refractară** fiind redusă la maxim, formând camere de combustie spațioase. Aceasta impune **obținerea** unei flăcări **adecvate** pentru realizarea unei arderi optime a combustibilului. De altfel **arderea** se realizează cu exces mic de aer.

Oazele **părăsesc** focarul prin deschideri practicate la partea inferioară a ecranelor de țevi și sunt **dirijate** spre cele două **supraîncălzitoare**, și apoi spre **snopurile convective** de tuburi. **Supraîncălzitoarele** sunt **sub** formă de **"U"** montate vertical și rigidizate prin **distanțiere din** aliaje de **Cr-Ni** sudate pe **ecranul** de tuburi adiacent.

Supraîncălzitoarele sunt dispuse de **asemenea** manieră **încât** se **crează** spații largi necesare **pentru montaj, inspecții**, întreținere, etc.

Controlul temperaturii finale a **aburului supraîncălzit se realizează** fie printr-un **recti**ficator de temperatură cu **apa pulverizată** fie printr-un schimbător tubular dispus în colector.

Cantitatea de apă pulverizată **sau trecerea** aburului prin **răcitor** este **controlată, prin valvule** comandate automat în **funcție** de **semnalul** primit

După părăsirea **zonei supraîncălzi toarelor,** gazele traversează snopurile convective ce formează suprafața de schimb de căldură principală a acestei căldări, **pătrunzînd** apoi spre partea superioară a căldării, spre **economizor.**

Mai trebuie reținută existența unui separator **ciclonal** în colectorul superior al căldării ce are rolul de a separa și dirija aburul uscat **spre supraîncălzitoare** iar apa spre țevile coborâtoare.

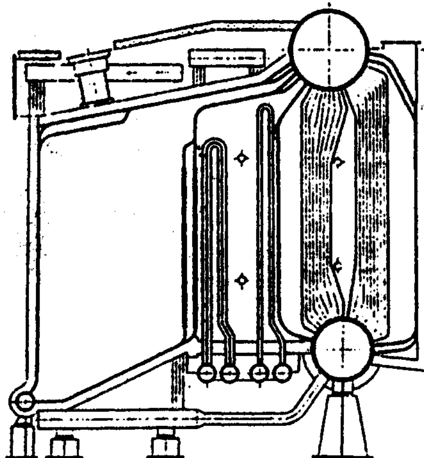


Fig. 9.67. Căldarea Babcock M21

9.3.2.13. Căldări cu dublă evaporare (cu două conture de circulaţie)

Căldările din această categorie echipează în mod frecvent tancurile petroliere pentru scopuri auxiliare, propulsia acestora fiind asigurată de motoare cu ardere internă.

Aceste căldări sunt destinate să asigure procedura aburului necesar turbopompelor demarfă, instalaţiilor de încălzire a cargotancurilor, instalaţiilor de curăţire, stipuire şi pentru alte servicii auxiliare necesare la bordul tancurilor petroliere.

Soluţia aceasta privind cele două conture, primar şi secundar, a apărut ca o necesitate pentru evitarea pericolului cauzat de apariţia în apa de alimentare, in condensat, a uleiurilor şi a altor impurităţi ce periclitează viaţa căldării.

Căldarea cu dublă evaporare este protejată împotriva riscurilor de explozie, ş.a. prin faptul că circuitul primar este un circuit închis ce este iniţial completat cu apă de foarte bună calitate, apa ce se evaporă continuu în sistemul fierbător şi se condensează într-un schimbător de căldură *l* (fig. 9.68.) unde cedează căldura producându-se abur la presiune scăzută. Completarea apei în circuitul primar este ocazională, rară, cauzată doar de pierderi accidentale. Cantitatea de abur necesară la presiune scăzută se produce astfel în schimbătorul de căldură *1*, ce foloseşte ca sursă de căldură aburul din circuitul primar fără să fie în contact cu flacăra. Astfel, riscul în cazul contaminării apei de alimentare se reduce la micşorarea eficienţei căldării, pericolul de explozie fiind exclus.

93.2.14. Căldare Aalborg At - 4

Această căldare (fig. 9.69) asigură debite cuprinse între 6,4 t/h la valori ale presiunii în secundar de 2,35 MPa, iar în primar de 6,3 MPa.

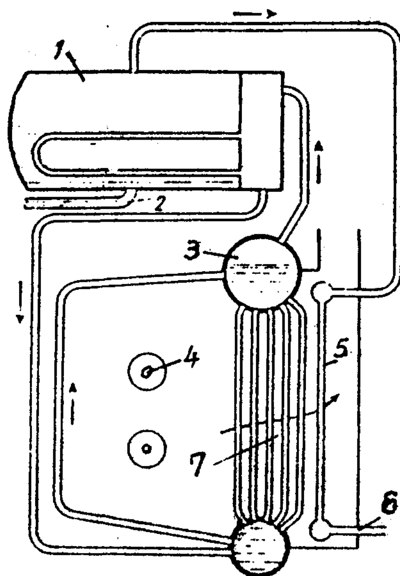


Fig. 9.68. Căldarea cu dublă evaporare
7- secundarul; *2* - tubulatura pentru alimentare cu apă a secundarului; *3*- colectorul apă/abur din circuitul primar, *4*- arzătoare; 5 - supraîncălzitor; 6- ieşire abur supraîncălzit; *7*- snopul fierbător principal.

Sistemul primar ce asigură circuitul închis este format din colectorul apă/abur, colectorul de apă, fasciculul de tuburi generatoare (fierbătoare) şi tuburile coborâtoare, tuburile de abur şi cele de condens şi evaporatorul dispus în colectorul circuitului secundar.

Sistemul secundar este format din colectorul ce cuprinde evaporatorul format din bucle în formă de “U”, imersat în apa de alimentare, un separator ciclonal ce asigură separarea particulelor de apă de vapori ce sunt trimişi în circuitul secundar spre consumatori.

Colectorul circuitului secundar este prevăzut cu un orificiu la partea inferioară pentru alimentarea cu apă astfel încât evaporatorul să fie acoperit cu apă pe întreaga sa suprafaţă de încălzire.Peretele frontal cât si cel posterior al căldării prezintă materiale refractare izolatoare, iar învelişul dublu asigură calea de acces a aerului necesar arderii spre partea frontală a focarului. Tirajul forţat este asigurat de un ventilator plasat pe o placă sudată pe învelişul colectorului circuitului secundar, aerul trimis fiind preaîncălzit la trecerea sa prin învelişul dublu în drumul său spre clapeta de reglare a arzătorului.

Arzătorul cu cupa rotativă asigură un front de flacără pe toată adâncimea focarului și dă posibilitatea reglării automate a proceselor de ardere în limite foarte largi, de la regimul de plină sarcină până la 10% **din** sarcina **nominală.**
Armăturile căldării sunt obișnuite în concordanță cu cerințele societăților de clasificare.

Sistemele de alarmă și închidere a combustibilului cuprind în sistemul primar:

- doi **traductori** pentru nivelul de **apă,** fiecare semnalizând nivele scăzute de apă (minim și minim de avarie);
- un **traductor** pentru nivel minim pentru închiderea (blocarea) combustibilului;
- un **presostat** pentru valoarea maxim admisă a aburului ce comandă închiderea combustibilului spre **pulverizatoare.**

în sistemul secundar:

- un traductor de alarmă pentru nivel minim, maxim, al apei în colectorul secundarului, și minim de avarie ce comandă închiderea alimentării cu combustibil;
-un presostat pentru **presiune** maximă a aburului ce închide alimentarea cu combustibil.

Căldările **Aalborg** mai prezintă protecție suplimentară pentru:

- **temperatură** scăzută a combustibilului;
- lipsă flacără;
- lipsă aer pentru tiraj, (**oprirea** ventilatorului).

Alimentarea cu apă a căldării se face cu două pompe de înaltă **presiune**, introducând numai apă distilată atât la început cât și pentru compensarea unor pierderi accidentale ulterioare.

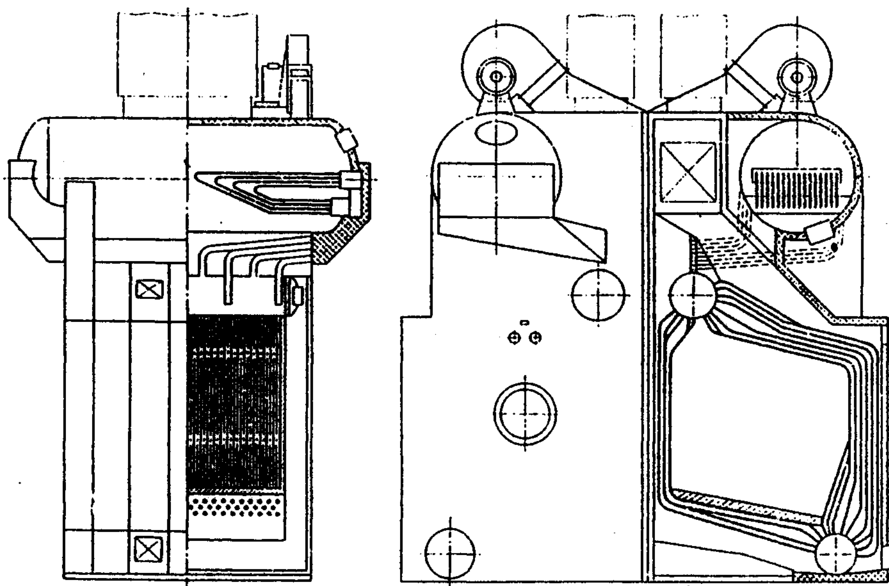


Fig. **9.69.Căldarea** Aalborg AT-4

9.3.2.15. Căldarea Aalborg AT 8

De regulă această căldare prezintă posibilitatea cuplării colectorului secundarului cu caldarina recuperatoare.

Față de varianta AT 4- această căldare prezintă o capacitate mai mare, prezentând câteva particularități, cum ar fi:

- focarul este delimitat în întregime din pereți ecrane (paravane de tuburi de apă, membrane de tuburi);
- dispar pereții cu izolație refractară;
- tuburile coborâtoare exterioare nu sunt încălzite;
- arzătoarele pot fi montate fie pe peretele frontal fie pe cerul focarului;
- evaporatorul poate fi încorporat longitudinal în colectorul secundarului - într-o variantă (A) fig. 9.70.A fie cu două colectoare în secțiune dreptunghiulară dispuse în concavitătile capacelor colectorului circuitului secundar 9.70. B - într-o altă variantă (B).

9.4. Armături și accesoriile interne ale căldărilor navale

Pentru a putea funcționa și îndeplini principalele procese de lucru din căldare (menținerea unei circulații normale a apei, menținerea constantă a temperaturii și presiunii vaporilor generați, la variațiile de sarcină a căldării) cât și pentru îndepărtarea periodică a depunerilor din căldare, aceasta este dotată cu o serie de armături și accesorii.

9.4.1. Armături exterioare

Acestea sunt formate din valvulele principale și auxiliare de vapori; valvulele de alimentare (capetele de alimentație) a căldării; valvulele de extracție de suprafață și extracție de fund, valvulele supraîncălzitorului,robineții pentru aer; robineții pentru manometre; indicatoarele de nivel, supapele de siguranță și aparatele de măsură și control.

Valvulele principale și auxiliare de vapori asigură cuplarea și decuplarea căldării la și de la rețeaua de consumatori. Asigură de asemenea posibilitatea cuplării în paralel a două sau mai multe căldări.

Valvulele de alimentare constituie un ansamblu de două valvule cu rol distinct ce permit introducerea apei în căldare și asigură, în același timp, evitarea trecerii apei din spațiul de apă al căldării spre instalația de alimentare cu apă. Din cele două valvule din ansamblu, o valvulă este valvulă cu ventil, cu un sens de trecere, iar a doua de siguranță.

Valvulele de extracție au rolul de a asigura comunicația între interiorul căldării și mediul înconjurător printr-o instalație care să elimine impuritățile și depunerile din căldare. Extracția de suprafață (acțiunea valvulei) se poate executa la presiunea nominală a căldării (în cart) în timp ce extracția de fund se face la intervale mari de timp cu ocazia lăsării la rece a căldării și la presiunea de 2daN/cm^2.

Robineții pentru controlul nivelului apei de alimentare controlează indicația normală a sticlei de nivel.

Robineții pentru izolare, au roiul de a asigura scoaterea din funcțiune a sticlelor și de a asigura purjarea periodică a canalelor dintre sticlă și căldare.

Supapele de siguranță asigură protecția la suprapresiuni realizând comunicația între suprafața de vapori și atmosferă. Se reglează la presiuni de 0,9-0,8 daN/cm^2 peste valoarea presiunii de regim.

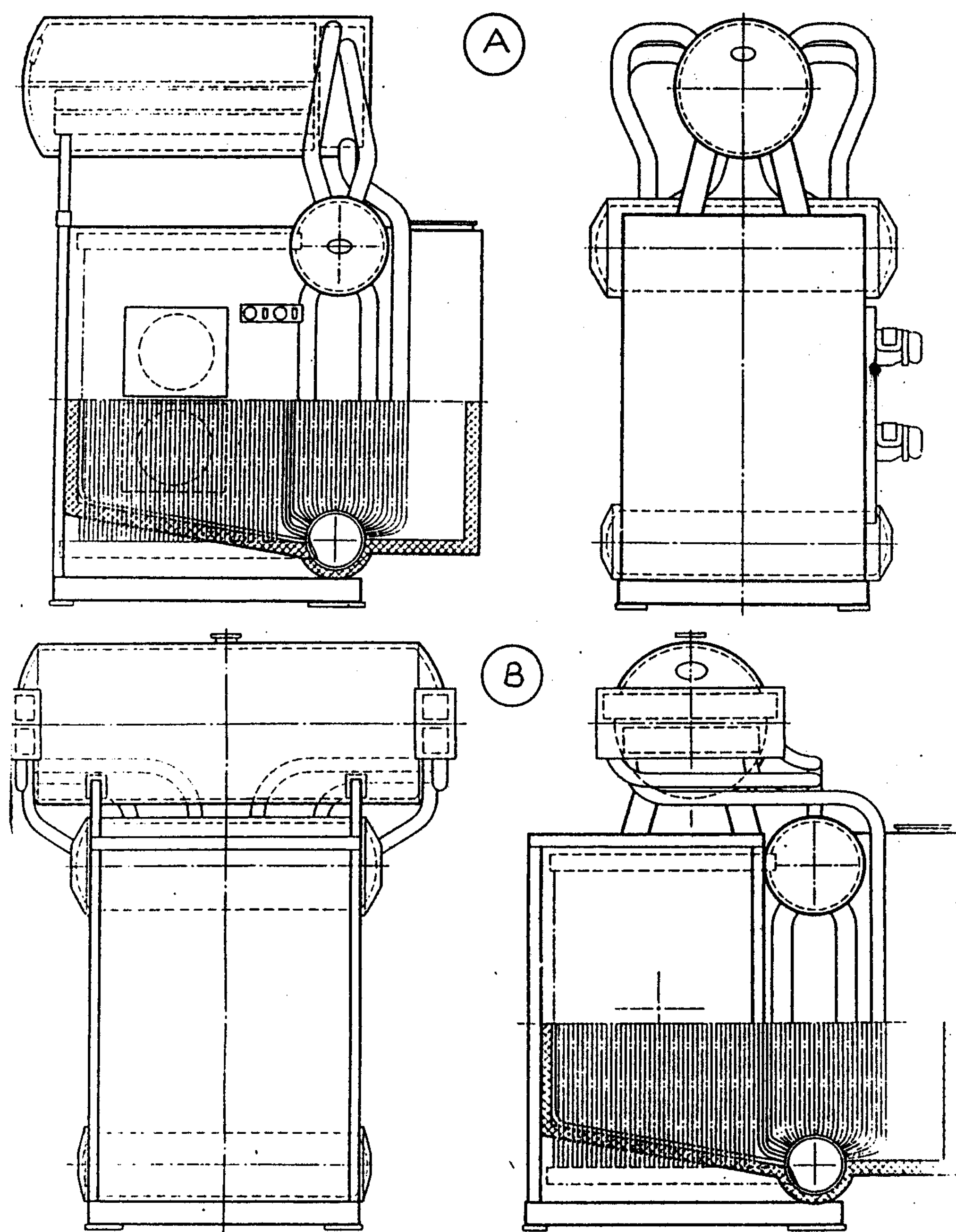


Fig. 9.70. Căldarea Aalborg AT 8 în două variante.

Aparatele de măsură și control (**manometre,** termometre, **termostate, presostate)** asigură controlul permanent al parametrilor de lucru.

9.4.2. Accesoriile interne

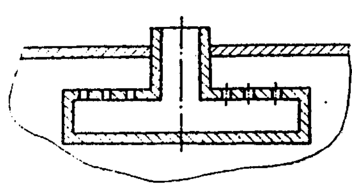
a. *Tubul culegător de vapori* este dispus în camera de aburi şi are rolul de a capta vaporii şi de a reduce umiditatea din aburi.

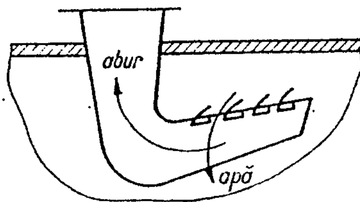
Pentru **căldarea ignitubulară** are forma unui *T* răsturnat cu **orificii** prevăzute la partea superioară (fig.9.71. ***a,b*).**

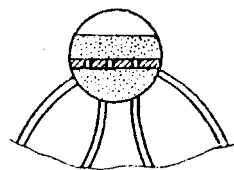
Prin orificii intră vaporii eliberaţi de picăturile de apă. Tuburile asigură o umiditate scăzută a vaporilor, aproximativ **0,01-0,2%**

b. Placa calmantă asigură uniformitatea ieşirii vaporilor la nivelul oglinzii de **vaporizare.**

în plus, aceasta reduce umiditatea vaporilor şi protejează **ultimile** rânduri de tuburi în cazul **canarisirii** navei. Se împiedică procesul de formare a cocoaşei de vaporizare, iar procesul **vaporizării** se **omogenizează.** se confecţionează din tablă de oţel laminat cu grosimea de 3 mm având un număr determinat de **orificii alcăror** diametru este de 8-22 mm şi a căror suprafaţă ocupă până la 29% din întreaga suprafaţă a plăcii calmante. Placa se face din două sau mai multe tronsoane pentru a putea fi introdusă în interiorul colectorului. Dispunerea se face la **130-140** mm sub oglinda de vaporizare (**fig.** 9.72)







a **b**

Fig. 9.71. Tub culegător de vapori.
a- la **căldările ignitubulare;** b- la căldările **acvatubulare.**

Fig. *9.72.* **Placă calmantă**

multe tronsoane pentru a putea fi introdusă în interiorul colectorului. Dispunerea se face la **130-140** mm sub oglinda de vaporizare (fig. 9.72)

c. *Pâlniile de extracţie* servesc la îndepărtarea din interiorul căldării a diferitelor impurităţi.

Pâlnia extracţiei de suprafaţă se dispune la o distanţă de 30-40 mm sub oglinda de vaporizare. Ea asigură îndepărtarea din căldare a sărurilor **şI** a **grăsimilor.** în zona pâlniei de lângă grăsimi, uleiuri, păcură se află si o concentraţie maximă a sărurilor. Prezenţa sărurilor şi a grăsimilor în căldare este periculoasă deoarece acestea pot pătrunde şi adera la suprafaţa tuburilor căldării, înrăutăţind procesul de transmitere a căldurii de la gaze la apă .**Un** strat de numai 0,01 mm ce a aderat la suprafaţa de lucru este mai periculos decât un strat de 2-3 mm crustă. Extracţia de fund se face numai cu căldarea la rece la o presiune de cel mult 2-2,5 **daN/cm**^{2} . Extracţia poate fi totală sau parţială.

d. *Prelungitorultubului* de alimentare are rolul menţinerii unui nivel constant al apei în căldare în funcţie de regimul de sarcină al acesteia. Se confecţionează din oţel laminat de calitate şi este prevăzut cu orificii la partea inferioară şi pe întreaga sa lungime. Orificiile sunt dispuse la intervale mici la extremităţi şi mai mari spre centrul acestuia. Suprafaţa lor trebuie să fie mai mare decât suprafaţa transversală a tubului **(fig.9.73).**

e. *Paravanul vaporilor* este executat din tablă de oţel şi are rolul de a asigura separarea

apei de alimentare proaspăt introdusă în căldare de restul apei existente în colector. Paravanul se fixează între prelungitorul tubului de alimentare **şi** ultimul rând de ţevi coborâtoare (**fig.** 9.74).

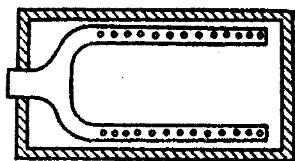


Fig. 9.73. Prelungitorul tubului de alimentaţie.

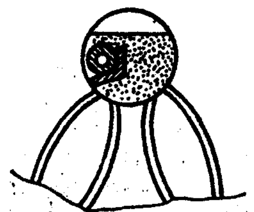


Fig. 9.74. Paravan separator.

9.5. Circulaţia apei în căldare

Pentru a asigura o bună funcţionare a căldării, ca şi pentru a realiza o bună transmitere a căldurii de la gazele rezultate din procesul de ardere la masa apei, aceasta trebuie să prezinte o bună circulaţie. Circulaţia apei poate fi naturală sau artificială.

9.5.1. Circulaţia naturală a apei

Circulaţia naturală apare în urma schimbului de căldură dintre pereţii tuburilor şi particulele de lichid care, încălzindu-se, devin mai uşoare şi se deplasează de jos pe suprafaţa tubului lăsând loc în urma lor pentru particule de apă mai puţin calde.

Apare astfel un impuls de circulaţie natural creat de diferenţa de greutăţi specifice între apa din tuburile dispuse la distanţă mai mare de focar - numite tuburi de coborâre - şi tuburile din vecinătatea focarului- numite tuburi ascensionale (fig. 9.75).

Apa de alimentare este introdusă în colectorul superior prin intermediul prelungitorului tubului de alimentaţie după ce în prealabil a fost preîncălzită în exteriorul căldării la o temperatura de 85-90° C.

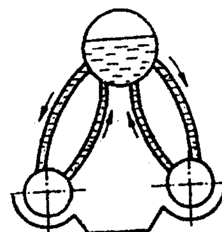


Fig.9.75. Circulaţia naturală a apei în căldare

În căldare aceasta se amestecă cu apa din colectorul superior si este atrasă în circuit prin tuburile de coborâre din extremitatea snopului fierbător care asigură apei, pe traseul descendent, o temperatură cu 2 - 5° C mai mare decât temperatura de fierbere la sosirea în colectorul inferior.

Din colectorul inferior apa şi amestecul apă-aburi se ridică prin tuburile ascensionale spre colectorul superior acumulând în mod intens căldura de la pereţii tuburilor snopului fierbător.

Circulaţia apei in căldare se caracterizează prin gradul de circulaţie K, definit ca raportul dintre cantitatea de apă introdusă în căldare şi cantitatea de vapori obţinuţi în timp de o oră.

9. 5. 2. Circulaţia artificială a apei

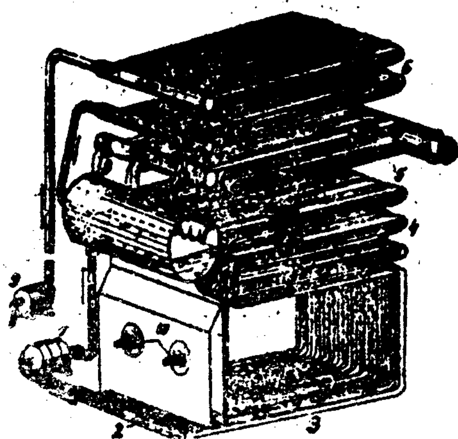


Fig. 9.76. Căldarea cu circulaţie artificială repetată
1- tuburile focarului; 2- colectorul de apă; 3- colectorul superior; 4- zona convectivă a tuburilor, 5- supraîncălzitorul de aburi; 6- economizorul; 7- tubul culegător de vapori; 8- pompa de alimentaţie; 9- pompa de circulaţie; 10- pulverizaoare.

în funcţie de gradul de circulaţie K căldările pot fi cu circulaţie artificială repetată sau cu circulaţie **artificială unică**.

Circulaţia artificială a apei şi amestecului **apă-aburi** are loc pe baza unui impuls creat în mod artificial cu ajutorul unei pompe de circulaţie.

Circulaţia artificială repetată a apei apare la căldările **acvatubulare la** care K 5-8, ceea ce înseamnă că din întreaga cantitate de apă introdusă în căldare în unitate de timp numai a 5-a până la a 8-a parte se transformă în vapori, restul apei repetând circulaţia (**fig.** 9.76).

în colectorul superior al căldării 3, apa ocupă 1/2 din întregul volum al acestuia,

Rândurile de tuburi care împrejmuiesc **focarul**. acumulează căldura prin radiaţie, iar în continuare tuburile sub formă de serpentină **alcătuiesc** suprafaţa **convectivă** a căldării. Apa refulată de pompa de **circulaţie** este forţată să circule prin fiecare tub, în stare de amestec apă-abur, spre colectorul superior. De aici vaporii sunt trimişi spre supraîncălzitor unde îşi **măresc** conţinutul de căldură acumulat. Apa care parţial nu s-a transformat în vapori este aspirată de pompa de circulaţie care o retrimite în sistemul fierbător.

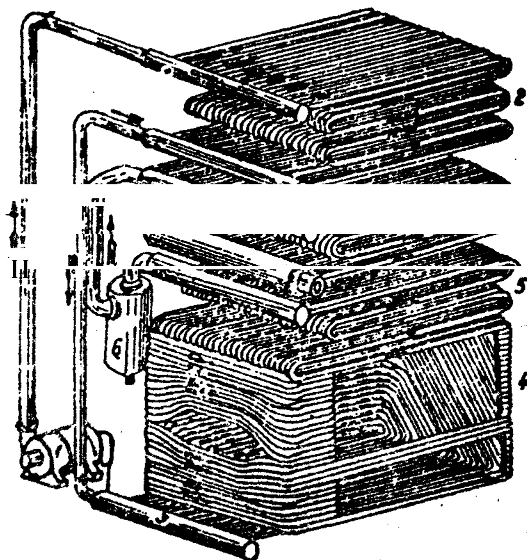


Fig. 9.77. Căldarea cu circulaţie artificială unică
1- pompe de circulaţie; 2- **economizor**; *3*- colector distribuitor, *4*- focar; *5*- **zona convectică** a tuburilor, *6*- supraîncălzitor, *7*- **separator**.

Circulaţia artificialăunică a apei în căldare apare acolo unde K 1, adică la **căldările** în care apa introdusă în circuit se transformă în întregime în vapori (**fig.**9.77).

Apa de **alimentaţie preîncălzită** in afara căldării continuă să se încălzească în **economizor** până **la** 300-320° C .

Din economizor, apa pătrunde în tuburile care împrejmuiesc focarul, îşi măreşte temperatura şi se vaporizează în serpentinele de tuburi convective. în separatorul *7* (fig. 9.77), are ioc separarea umidităţii din abur; particulele de apă astfel separate sunt transformate apoi în vapori.

Din separatorul de umiditate vaporii pătrund în supraîncălzitor unde îşi măresc conţinutul de căldură acumulat.

Caracteristic acestui tip de căldare este absenţa vetrei de cărămidă refractară, creşterea suprafeţei de acumulare a căldurii **prin** radiaţie şi micşorarea suprafeţei convective.

9.6. Instalaţiile ce deservesc căldările navale

Pentru a asigura procesul de lucru al căldării, aceasta este prevăzută cu o serie de instalaţii şi mecanisme auxiliare ce realizează alimentarea căldării cu apă, aer şi combustibil necesar procesului de ardere.

9.6.1. Instalaţia de alimentare cu aer

Are rolul de a asigura cantitatea de aer necesară arderii la regimuri diferite de sarcină ale căldării. Instalaţia de aer are în componenţa sa un ventilator şi o suflantă sau compresor ce asigură o presiune sporită a aerului necesar combustiei şi trimiterea lui spre focarul căldării. între ventilatorul de aer şi camera de ardere a combustibilului există trasee de aer construite din conducte cu secţiune dreptunghiulară ce canalizează aerul spre căldare. Aceste conducte de aer sunt formate din tronsoane din tablă de oţel, prevăzute la intrarea în camera de ardere a căldării cu valvule registru sau şubăre pentru izolarea traseului de aer faţă de căldare.

Instalaţia de aer cuprinde preîncălzitorul de aer, în care aerul este preîncălzit înainte de intrare în focare şi valvulă registru pentru reglarea cantităţii de aer necesar procesului de combustie în funcţie de regimul de sarcină impus căldării, care poate fi acţionată manual sau automat.

9.6.2. Instalaţia de alimentare cu apă

Această instalaţie trebuie să asigure în permanenţă alimentarea căldării cu o cantitate de apă, funcţie de debitul de vapori generaţi la un moment dat. Instalaţia se compune din pompe de alimentare cu apă, pompe de circulaţie, tancuri pentru depozitarea apei, filtre, baza de observaţie, puţul cald, valvule de trecere, aparate de măsură şi control (termometre, manometre etc.), preîncălzitorul de apă, economizorul şi tubulatura de legătură (fig.9.78).

Pompele trebuie să asigure în permanenţă o cantitate de apă de alimentare în concordanţă cu debitul de vapori, respectiv cu consumul de apă al căldării, pentru siguranţa şi securitatea iinstalaţiei, aceasta este prevăzută cu două pompe de alimentare.

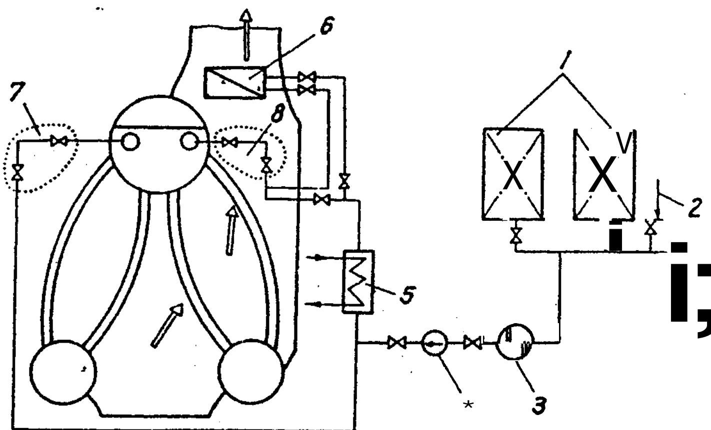


Fig.9.78. Instalaţia de alimentare cu apă

1- tancul de apă; 2- condens; 2 - intrare apă de mare; *3*- filtru; *4*- pompă; 5- preîncălzitor; *6*- economizor; 7- cap alimentare principal.

Pentru asigurarea unei calităţi corespunzătoare, a apei de alimentare, aceasta trebuie supusă unui control şi unor **analize** periodice pentru luarea preventivă a măsurilor de evitare a depunerilor şi a crustelor. **Problema** principală este asigurarea continuă a nivelului apei în căldare între limitele admise pentru orice regim de sarcină al căldării.

9.6.3. Instalaţia de alimentare cu combustibil

Asigură aducerea combustibilului sub presiune şi pulverizarea lui în focarul căldării. Ea se compune din tancuri de combustibil (bunker, de decantare), pompe de **combustibiil** (de transfer, de alimentare), filtre grosiere şi fine-calde şi reci, **preîncălzitoare** de combustibil, **valvule,** tubulaturi şi **pulverizatoare** (fig.9.79).

Tancurile de combustibil **sunt** dispuse în apropierea compartimentului căldării (în dublul fiind sau în borduri). Capacitatea **lor** este **aleasă** astfel încât să poată depozita o cantitate suficientă de combustibil care să asigure funcţionarea căldării un timp bine stabilit. Instalaţia de combustibil a căldării trebuie să aibă posibilitatea execuţiei manevrei de combustibil între diferite tancuri ale instalaţiei, atât pentru asigurarea în permanenţă a **tancului** de serviciu cât şi pentru menţinerea asietei navei.

Pompele de combustibil sunt de două feluri **:** pompe de transfer şi pompe de alimentare. Cele de transfer asigură aspiraţia combustibilului din tancurile de bunker şi trimiterea lui în tancul de serviciu sau alt tanc.

Cele de alimentare aspiră combustibil din tancul de serviciu **imprimându-i** o anumită presiune, necesară pentru o bună pulverizare şi pentru o dozare corectă a combustibilului în procesul de ardere, funcţie de sarcina căldării la un moment dat.

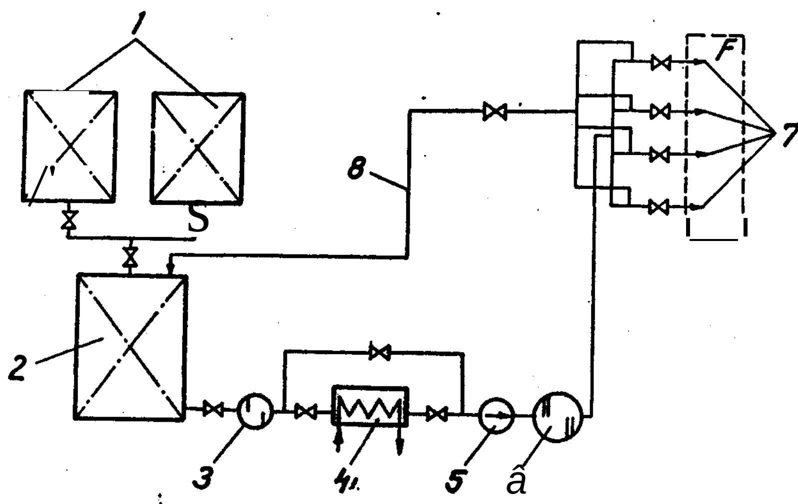


Fig. 9.79. Instalaţia de alimentare cu combustibil
1- tancuri de decantare; 2- tanc de serviciu; *3*- filtm grosier (rece); *4*- **preîncălzitor** de **combustibil;** 5- pompa de alimentare cu **combustibil;** 6- baterie de filtre calde; 7- pulverizatoare; 5- tubulatură retur, *9*- **focar.**

Se utilizează pompe cu piston, centrifuge, cu roţi dinţate sau pompe cu şurub melc.

Utilizarea unui tip sau altul de pompă se face funcţie de natura combustibilului şi de viscozitatea **acestuia.** Pentru instalaţiile de combustibil ale căldării în care se foloseşte un combustibil de viscozitate mare se utilizează pompe cu roţi dinţate sau cu şurub.

Filtrele de combustibil sunt filtre reci și filtre calde. Cele reci asigură filtrarea combustibilului la temperatura mediului sau la temperatura apropiată temperaturii din tancul de serviciu. Bateria de filtrare este dispusă înaintea preîncălzitorului. Filtrele calde asigură filtrarea după ce combustibilul a trecut prin preîncălzitor. Acestea au rolul de a reține impuritățile ce nu au fost reținute în filtrele reci.

Preîncălzitorul de combustibil este un schimbător de căldură destinat încălzirii combustibilului înaintea intrării în pulverizatoare. încălzirea este necesară pentru reducerea viscozității, ceea ce asigură îmbunătățirea pulverizării. Pentru asigurarea preîncălzirii combustibilului se utilizează căldura aburului prelucrat în diferite mașini și mecanisme auxiliare de la bord. Funcție de natura combustibilului folosit temperatura de preîncălzire este cuprinsă între 70-110° C.

Temperaturile si valvulele asigură legătura, cuplarea și decuplarea tuturor celorlalte elemente ale instalației. Tubulatura de combustibil este izolată termic pentru reducerea pierderilor de căldură.

Pulverizatoarele sunt aparate pentru realizarea unui bun proces de combustie în căldare, combustibilul trebuie introdus în particule cât mai fine, omogen distribuite în masa de aer din focar; acestor particule trebuie să li se imprime o anumită viteză pentru a asigura un front de flacără pe toată adâncimea focarului. Pentru realizarea acestor condiții se utilizează pulverizatoare cu jet de vapori sau jet de aer sau pulverizatoare mecanice.

Pulverizatoarele cu jet de vapori sau cu jet de aer folosesc energia cinetică a jetului în scopul asigurării unei bune pulverizări a combustibilului. Aceste pulverizatoare necesită o instalație pentru introducerea aburului sau a aerului comprimat.

Pulverizatoarele mecanice folosesc energia cinetică a jetului de combustibil ce trece prin pulverizator prin comprimarea combustibilului cu ajutorul unor pompe. Aceste pulverizatoare pot asigura reglarea calitativă sau cantitativă a debitului de combustibil necesar procesului de ardere la variația sarcinii căldării. Reglarea cantitativă constă în reglarea cantității de combustibil ce părăsește pulverizatorul, menținând presiunea constantă. Reglarea calitativă a debitului de combustibil pulverizat se asigură prin variația presiunii combustibilului în tubulatura la care este racordat pulverizatorul.

Reglarea cantitatiivă este cea mai des utilizată și se realizează cu ajutorul valvulelor de închidere a combustibilului spre pulverizator și a unor duze.

Ambarcarea și păstrarea combustibilului la bord, implică următoarele operațiuni:

- primirea certificatului de analiză a combustibilului solicitat și studierea lui;
- efectuarea măsurătorilor în tancurile proprii, stabilirea cantității totale de combustibil existent la bord;
- stabilirea tancurilor ce urmează a fi umplute cu combustibilul solicitat și stabilirea modalității de livrare, aceasta presupunând legătura cu furnizorul, cunoașterea debitului de livrare, stabilirea începutului și sfârșitului livrării;
- asigurarea pe tot parcursul ambarcării a unor măsuri deosebite privind normele P.S.I.;
- după livrare, recoltarea unei probe din combustibilul furnizat și sigilarea acestei probe în vederea efectuării unor eventuale probe de laborator.

9.7. Automatizarea căldărilor navale

Conducerea automată a proceselor de lucru din căldare constituie un mijloc important de realizare a unor consumuri optime de combustibil contribuind la reducerea personalului de deservire,

Automatizarea funcționării căldării asigură reglarea automată a debitului de apă aer, gaze evacuate și a temperaturii și presiunii aburului generat de căldare.

Debitul de combustibil şi debitul gazelor evacuate sunt două **mărimi** reglate aflate în corelaţie directă.

Debitul de **apă**, respectiv nivelul apei în căldare sunt mărimi reglate independent.

9.7.1. Reglarea automată a debitului de apă

Operaţia se realizează cu ajutorul **unor** regulatoare cu un singur impuls sau cu mai multe impulsuri.

Regulatorul cu **monoimpuls** (**fig.** 9.80) cu acţiune directă este compus dintr-un flotor 7, ce acţionează un braţ curb *2,* destinat transformării mişcării de translaţie în mişcare de rotaţie.

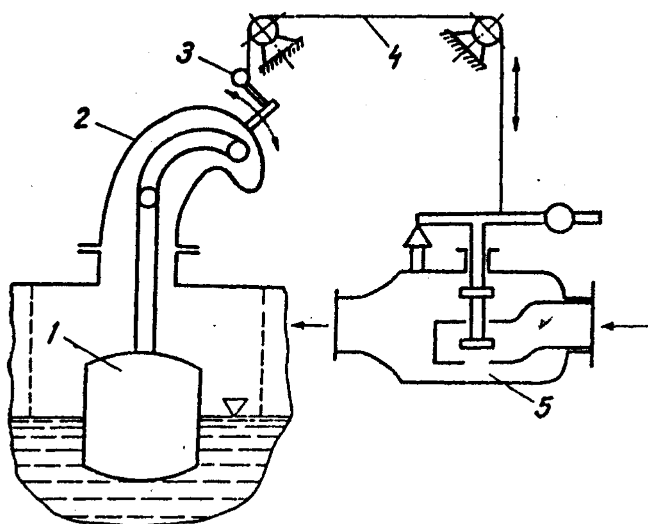


Fig. 9.80. Regulatorul cu monoimpuls cu acţiune directă
1- flotor; 2- carcasă exterioară; *3*- braţ exterior, *4*- bandă metalică; 5- valvulă de **reglare.**

Braţul exterior *3* comandă printr-o bandă metalică *4,* valvulă principală de reglaj a debitului de apă care alimentează colectorul. La creşterea nivelului apei în căldare, flotorul se ridică **acţionând** asupra închiderii **valvulei** de alimentare 5.

La căldările mari însă cu volum mic de apă la care întârzierea de execuţie a reglajului nivelului poate duce la fluctuaţii mari de nivel se folosesc sisteme de automatizare cu mai multe **impulsuri.** în cazul automatizării cu două impulsuri, unul din impulsuri este dat de nivelul apei din colector, iar al doilea impuls auxiliar este dat de debitul de abur generat de căldare.

Astfel la o variaţie a debitului de abur impusă de consumatori, înainte de a se produce o scădere a nivelului de apă în colector, apare impulsul de modificare a debitului de apă de alimentare corectat permanent de impulsul **apei** în colector.

La căldările cu circulaţie forţată la care volumul de apă este foarte **mic**, se întrebuinţează scheme de automatizare a nivelului de apă cu trei impulsuri. Cel de-al treilea impuls îl constituie **însăăşi** debitul apei de alimentare care are rolul de a corecta celelalte impulsuri pentru reducerea întârzierii de acţiune si stabilizarea sistemului.

9.7.2. Reglajul arderii

Acest reglaj presupune existența a trei categorii de scheme de reglare:

a) scheme tip aer după combustibil în care prima mărime reglată este consumul de combustibil, iar cea de a doua mărime consumul de aer;

b) scheme tip combustibil după aer prima mărime reglată fiind consumul de aer și în funcție de acesta se acționează asupra alimentării cu combustibil;

c) scheme cu acțiune concomitentă asupra consumului de combustibil și aer.

în unele scheme de reglare automată se folosesc regulatoare **monoimpuls** cu acțiune indirectă având comandă hidraulică și prevăzute cu servomotoare cu piston cu dublă acțiune **(fig.9.81).**

Agentul de lucru al regulatorului este **apa,** a cărei presiune de 8-10 **daN/cm²** este realizată de o pompă.

Reglajul arderii cuprinde în general reglajul alimentării cu aer și reglarea evacuării gazelor rezultate din procesul de ardere.

Cele trei mărimi reglate sunt corelate între ele și împreună determină sarcina de funcționare a **căldării.** Reglajul celor trei mărimi se face prin blocuri de automatizare care în orice sistem de reglaj (hidraulic, pneumatic, electric sau electronic) sunt formate din aceleași elemente principale și anume un sesizor care este un **traduc**tor dând impulsuri după o mărime **măsurată,** un releu, care, primind comanda sesizorului, produce o variație într-un anumit sens, **transformând-o** în energie mecanică (**lucru** mecanic de comandă) și un organ de comandă care acționează direct asupra debitului alimentatorului.

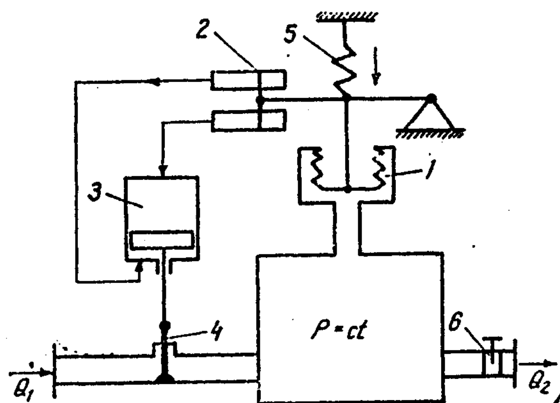


Fig. 9.81. Regulatorul cu acțiune indirectă cu un singur impuls:
1- **silfon;** *2*- distribuitor cu 2 tuburi sub presiune; *3*- servomotor, *4*- valvulă de reglare; 5- resortul de echilibru; 6- **val-vulă** de refulare.

Un organ suplimentar care poate fi necesar în alcătuirea blocului de automatizare este releul de corelație. Acest releu este comandat simultan de două mărimi, prin două sesizoare, asigurând corelația între ele.

Releele de corelație sunt folosite atunci când între două mărimi reglate trebuie să existe în permanență un anumit raport. Este cazul debitului de aer și debitului de combustibil care trebuie să se găsească întotdeauna într-un raport fix pentru menținerea excesului **de** aer prescris. Un alt organ care poate fi necesar în componența blocului de automatizare este releul de readucere. Acest releu este necesar atunci când timpul de răspuns al agregatului față de impulsul primit are o valoare relativ mare. în acest caz efectul comenzii făcute este perceput ca variație a parametrului reglat cu o întârziere relativ mare și, în **consecință,** după efectuarea unei prime comenzi este necesar un releu care să readucă în poziția inițială releul de comandă, înainte de a se produce răspunsul cu întârziere al parametrului reglat.

Un exemplu de schemă de automatizare a arderii la o căldare este redată în fig.9.82.

Se remarcă cele trei blocuri de reglaj al arderii și anume: blocul de combustibil, blocul de aer și blocul de gaze. Deoarece între toate aceste elemente trebuie să existe o anumită **proporționalitate,** impulsul principal este primit tot de la regulatorul principal al căldării.

Regulatorul principal *RP* este un traductor de presiune montat pe tubulatura care aduce aburul la consumatori. Elementul final reglat fiind debitul de abur transmis utilizatorului este evident că presiunea aburului trebuie menţinută constantă. De altfel presiunea aburului furnizat este parametrul care răspunde primul în cazul existenţei unei neconcordanţe între debitul căldării şi debitul cerut de consumator.

Regulatorul principal *RP* trimite un impuls blocului de combustibil, impulsul este primit de sesizor şi transmis releului care acţionează asupra servomotorului. Servomotorul acţionează direct, printr-un sistem mecanic, asupra dispozitivului de alimentare.

Modificarea alimentării cu combustibil nu poate fi percepută imediat sub formă de creştere a presiunii pe tubulatura de abur; pentru ca totuşi comanda de mărire a alimentării să nu fie de prea lungă durată şi în consecinţă sistemul de automatizare să intre în pendulare neamortizată, un releu de readucere dă comanda de oprire a acţiunii releului principal atunci când debitul de combustibil a crescut. Releul readucător este comandat chiar de valoarea debitului de combustibil printr-un sesizor al unui debitmetru.

Regulatorul principal *RP* comandă în acelaşi timp şi blocul de alimentare cu aer. Blocul de aer primeşte impulsul printr-un sesizor şi îl transmite releului care acţionează servomotorul.

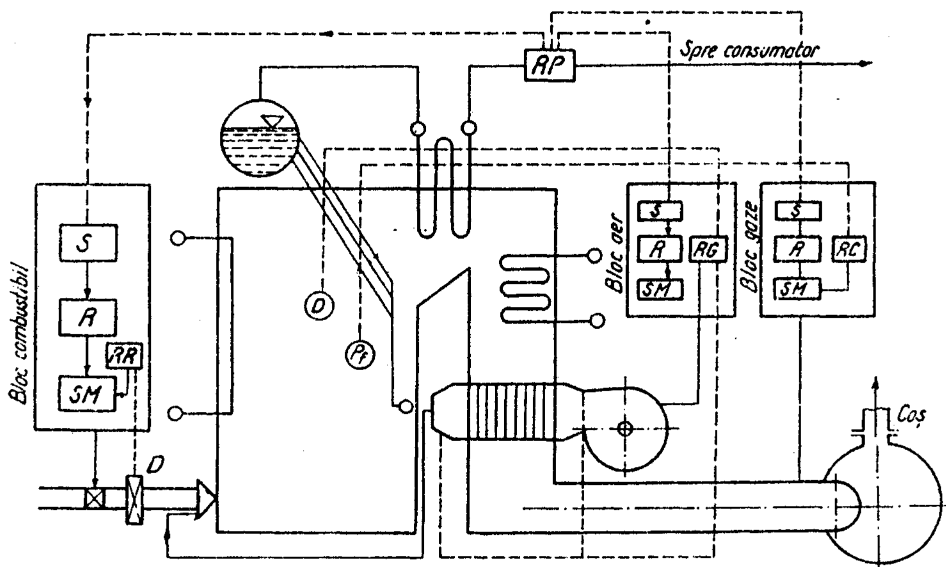


Fig. 9.82. Automatizarea arderii la o căldare

Servomotorul închide sau deschide clapetele de reglaj ale suflantei de aer , modificând în felul acesta debitul de aer insuflat. Cum însă automatizarea are o întârziere de răspuns relativ mare, un releu readucător este necesar. Acesta este comandat printr-o mărime de debit a aerului furnizat de suflantă şi de obicei ca o măsură a debitului de aer se ia căderea presiunii pe preîncălzitorul de aer (Δp_{pra}).

Odată eu variaţia debitului de aer releul reducător opreşte acţiunea servomotorului astfel încât impulsul încetează.

Există posibilitatea ca între blocul de combustibil şi blocul de aer să fie şi o legătură directă printr-un releu de corelare. Acesta este cel de-al treilea impuls, utilizat uneori, care menţine proporţionalitatea între debitele de combustibil şi aer.

Sistemul direct de corelare se utilizează în cazul arderii combustibililor gazoşi.

Un alt impuls suplimentar de corelare (care poate fi folosit în toate cazurile) poate fi obţinut prin măsurarea automată a unui parametru din compoziţia gazelor de ardere (CO_2 sau mai bine O_2). Acest parametru poate da o comandă suplimentară blocului de aer pentru realizarea proporţionalităţii aer-combustibil.

Regulatorul principal *RP* acţionează şi cel de-al treilea bloc, blocul de reglaj al depresiunii din focar. Printr-un sesizor, un releu şi un servomotor se comandă clapetele de reglaj instalate înaintea exhaustorului. în felul acesta este modificată depresiunea din focar prin variaţia debitului de gaze evacuate din instalaţie. Blocul de tiraj are răspunsul rapid; în consecinţă nu este necesar decât un impuls de corectare, preluat de la elementul reglat (depresiunea în focar).

Orice dereglare în depresiunea normală a focarului comandă debitul de gaze evacuate din instalaţie, chiar dacă regulatorul principal nu a intrat în acţiune.

Un bloc separat de reglaj este blocul de reglare a temeraturii aburului supraîncălzit. Temperatura aburului se reglează după un sistem cu mai multe impulsuri. Impulsul principal este preluat chiar de la temperatura finală a aburului. Deoarece în unele cazuri acţiunea regulatorului este prea înceată, la apariţia unei creşteri de temperatură în sistemul supraîncălzitor, se poate prelua un impuls anticipat, de exemplu între prima şi a doua treaptă a supraîncălzitorului. Cel de-al doilea impuls este dat de debitul căldării, existând o anumită corelaţie între corecţia de temperatură care trebuie făcută temperaturii finale şi debitul căldării. în sfârşit un al treilea element de impuls este releul cu întârziere format din tensiunea de dezechilibru ce se naşte între nişte termocuple izolate şi altele neizolate termic,introduse în curentul de abur. Servomotorul în acest bloc comandă debitul de apă sau abur saturat injectat cu aburul supraîncălzit; intervalul de timp obţinut trebuie să fie egal cu întârzierea realizată prin releul de întârziere, respectiv timpul diferit de încălzire al termocuplelor izolate şi neizolate ale acestui releu.

9.7.3. Reglarea automată a căldărilor auxiliare

Căldările auxiliare diferă faţă de cele principale nu numai constructiv şi din punctul de vedere al caracteristicilor termotehnice ci şi datorită condiţiilor de exploatare care sunt determinate de destinaţia si tipul navei.

Generatoarele de abur auxiliare de la bord livrează abur saturat la presiunile nominale de 4-15 daN/cm^2 şi au un debit de abur care poate ajunge la tancurile petroliere mari până la 15t/h şi chiar mai mult.

Sarcina variază în limite largi, chiar până la sarcina maximă, după care poate să scadă brusc pe o perioadă mare de timp. Instalaţia de căldări auxiliare, se compune din una sau mai mlte căldări, care pot funcţiona în paralel pe tubulatura de vapori şi sunt deservite frecvent de aceleaşi mecanisme auxiliare (pompe de alimentare combustibil şi ventilatorare). în regim de marş pot exista cazuri de funcţionare în comun a căldărilor auxiliare şi a celor principale
dacă debitul de vapori al ultimilor nu satisface cerinţele consumatorilor.

Automatizarea arderii cmbustibilului şi a alimentării cu apă a căldărilor auxiliare trebuie să satisfacă funcţionarea de durată sigură şi economică şi o supraveghere continuă a căldării. La bordul navelor, căldările sunt prevăzute cu sisteme de semnalizare şi protecţie.

Reglarea căldărilor auxiliare se execută printr-unul din următoarele sisteme: sistemul poziţional, sistemul continuu şi sistemul combinat.

9.7.3.1. Sistemul pozițional de reglare.

De obicei acest sistem se realizează cu **ajutorul** sistemului electromagnetic, care menține mărimile pe care le realizează în limitele date pe calea cuplării sau decuplării pompelor de alimentare și totodată prin menținerea constantă a debitului pompei de combustibil și a debitului ventilatoarelor.

Sistemul este simplu dar prezintă dezavantajul că mărimile reglate variază în limite determinate, micșorarea intervalelor de **lucru** ducând la mărirea numărului de **cuplări-decuplări** a mecanismelor pe care le deservesc.

De aceea reglarea pozițională se justifică în **cazul** funcționării căldării cu **motorină**, aprinderea **realizându-se** sigur cu ajutorul unei scântei electrice.

9.7.3.2. Sistemul de reglare continuu.

Se utilizează frecvent în sistemele de automatizare pneumatice și hidraulice, mult mai complexe decât cele electromecanice dar care prezintă mai puține neajunsuri în funcționare. Totodată aceste sisteme pot fi **întrebuințate** și atunci când debitul minim al **injectoarelor** este mai mic decât consumul de combustibil, pentru menținerea căldării în rezervă," la cald". O mare perspectivă o au **injectoarele** mecanice cu abur, care au o plajă largă de reglare și un consum minim de combustibil (circa **8-10kg/h)** ceea ce pentru căldările auxiliare mari corespunde situației de rezervă (căldarea "la **cald"**). De asemenea este posibilă folosirea unui injector suplimentar care funcționează cu motorină.

9.7.3.3. Sistemul combinat

Este un sistem electromecanic care realizează un reglaj continuu pentru sarcini **până** la 20-30% din cea nominală iar la sarcini mai mici **pozițional.** în acest caz automatizarea căldărilor principale.

Automatizarea căldărilor mici auxiliare trebuie să fie simplă și sigură excluzând avariile în timpul funcționării; cerințele privind economicitatea sunt pe planul doi.

în acest caz organele de reglare pentru aer și combustibil ale **caldarinei** au de regulă o acționare comună, comandată de regulatorul de **presiune al** aburului. Pe lângă acestea se întrebuințează regulatoare pentru căderea de presiune pe supapele de reglare a combustibilului și pentru temperatura combustibilului.

Reglarea automată a **caldarinelor** auxiliare se realizează fie pe calea **by-passării** gazelor de evacuare fie prin variația suprafeței efective de încălzire, fie prin variația temperaturii și cantității apei de **alimentare.** în alte cazuri se întrebuințează trimiterea surplusului de abur în **condensorul** auxiliar.

9.7.3.4. Reglarea **automată** a caldarinei recuperatoare de tip "LA MONTE"

Caldarina recuperatoare de tip "La Monte" este o instalație specială care poate funcționa independent sau în paralel cu **caldarina** de combustibil.

Ca sursă energică se folosesc gazele de evacuare de la motorul principal. Caldarina "**La** Monte" este o caldarina **acvatubulară,** apa **încălzindu-se** și **vaporizându-se** într-o serie de **serpentine** Spălare tot timpul de gazele de evacuare (**fig.** 9.83).

Reglajul se realizează prin variația cantității de apă trimisă în serpentinele de **vaporizare.**

Funcționare. Cu ajutorul pompelor de alimentare 5, se introduce apă până la nivelul normal în caldarina cu arzător. Apa este preluată de **electropompele** de circulație *BC* și trimisă spre valvulele cu trei căi 75, care, funcție de poziție, trimite **apa,** fie în distribuitorul

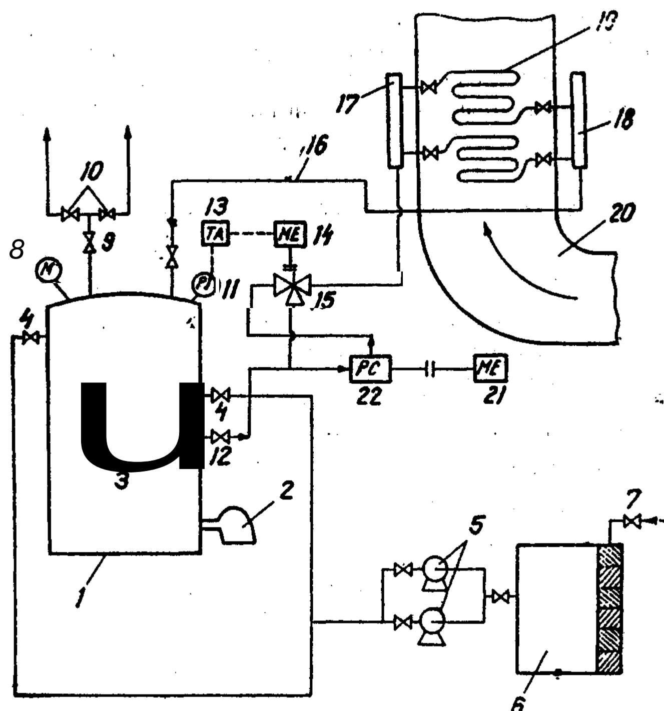


Fig. 9.83. Reglarea **automată** a **caldarinei** recuperatoare tip La Monte

7- **caldarină** cu arzător, 2- arzător; *3*- sticle de nivel; *4*- capete de ali-**mentare;** 5- pompe de alimentare; *6*- bașă; *7*- alimentare bașă; *8*- **mano**metru; *9*- valvulă principală; *10*- valvulele distribuitoarelor, ***11*- preso-stat** diferențial; 72- valvulă de aspirație a pompei de circulație; ***13*- ta-blou** de automatizare; *14*- **elecromotor** de acționare a **valvulei** cu trei căi; 75- **valvula** cu trei căi; *16*- tubulatură **apă-abur** spre domul căldării; ***17*- distribuitor** apă la serpentine; *18*- colector amestec **apă-abur;** 79- **serpentine** de **vaporizare;** *20*- eșapament motor **principal;** 27- motor electric; 22- pompă de circulație.

de apă *17 și* serpentinele *19* ale caldarinei recuperatoare fie din nou la aspirația pompei de circulație *PC.*

în serpentinele de vaporizare apa se încălzește până la 250° C și se **vaporizează** parțial.

Amestecul apă-abur este trimis în domul caldarinei unde se **separă,** aburul trecând prin valvulă principală *9* spre valvulele **distribuitorelor** *10.* Presiunea aburului în dom este supravegheată de manometrul *8* și de un **presostat** diferențial. Variația presiunii în dom este dependentă de variația consumului.

Perturbarea regimului de sarcină impus duce la variația **presiunii.** în cazul unui consum **sporit,** presiunea scade, **presostatul** diferențial transmite comanda la tabloul de automatizare care acționează motorul electric al valvulei cu trei căi, **mișcând-o** în sensul măririi debitului de apă spre serpentinele de vaporizare.

în cazul în care debitul de apă este prea mare, presiunea în dom crește și ansamblul de automatizare acționează în consecință.

Când bilanțul energetic al caldarinei recuperatoare este **scăzut,** căldura transportată de gazele de evacuare are o valoare redusă (ca urmare a sarcinii reduse a motorului principal) și

elementele de automatizare vor introduce **în** funcțiune și **caldarina** cu arzător inițiind în acesta procesul de combustie.

Procesul de combustie va avea **loc până** la stabilirea echilibrului termic în întreaga instalație, respectiv **până** la stabilirea echilibrului termic în întreaga instalație, respectiv până la menținerea constantă a presiunii aburului în condițiile impuse de noul regim de lucru.

9.8. Exploatarea căldărilor navale

Exploatarea căldărilor presupune asigurarea tuturor măsurilor ce trebuie luate pentru pregătirea căldării în vederea funcționării, precum și pe toată durata de **funcționare.**

în exploatarea căldărilor etapele principale sunt:

- pregătirea căldării pentru exploatare;
- ridicarea presiunii la căldare;
- **deservirea** căldării în funcționare;
- oprirea căldării din funcțiune.

9.8.1. Pregătirea pentru exploatare

Trebuie asigurate măsurile care să permită trecerea la funcționare. De modul în care se execută toate operațiile necesare pregătirii căldării depinde în mare măsură funcționarea normală a căldării. Se întâlnesc două situații distincte în pregătirea căldării:

a. Pregătirea căldării după reparații (**după** o perioadă îndelungată de staționare).

b. Pregătirea căldării după o perioadă scurtă de staționare.

a. Pregătirea după reparații constă din: 1) controlul interior al căldării care urmărește buna curățire a suprafețelor de încălzire, verificarea stării tehnice a tuturor dispozitivelor și modul lor de fixare în interiorul corpului căldării și verificarea spațiilor interioare ale căldării în vederea depistării unor obiecte, scule etc. în interiorul corpului;

2) controlul exterior urmărește: verificarea stării zidăriei focarului, verificarea armăturilor exterioare, verificarea modului de fixare al căldării pe postament, deschiderea capacelor și a valvulelor registru de evacuare, deschiderea **robineților** de aer ai căldării și asigurarea umplerii cu apă a căldării, 1/3 față de **nivelul** minim, cu robineții de aer deschiși până la eliminarea completă a aerului din căldare.

b. După o perioadă scurtă de staționare. Pregătirea pentru funcționare presupune executarea unui control exterior al căldării având în vedere că din căldare nu a fost scoasă apa și căldarea nu a fost deschisă.

9.8.2. Ridicarea presiunii la căldare

Durata încălzirii și punerii în funcțiune a căldării de la rece până în momentul cuplării la tubulatura principală de aburi (consumatorii) se stabilește funcție de tipul căldării, posibilitățile de dilatare ale căldării, volumul de **apă,** temperatura apei de alimentare, de tipul și condițiile de circulație ale apei în căldare. Astfel, timpul necesar ridicării presiunii în căldare poate varia de la 15-20 **min** până la **4-6** ore.

Ridicarea presiunii la navă are loc în următoarele 3 situații:

- când nava nu dispune de nici un **fel** de energie;
- când nava dispune de energie electrică;

- când nava dispune de abur.

a. Când nava nu dispune de nici un fel de energie (de exemplu nava iese din șantier). Aceasta situație este întâlnită la navele unde sursa principală de energie o constituie vaporii.

în acest caz operațiile principale ce se execută sunt:

- se umple cu o pompă manuală un tanc de combustibil aflat la o înălțime de 2- 4 m, de unde combustibilul vine prin cădere liberă la pulverizatoarele de primă aprindere;

- se asigură aprinderea combustibilului după care se ține în funcțiune pulverizatoarele de primă aprindere până în momentul în care în căldare se realizează o presiune de 4-5 daN/cm^2. La atingerea presiunii de 5 daN/cm^2 se închide robinetul de aer. Cu presiunea de 5-6 daN/cm^2 se asigură trimiterea vaporilor spre mecanismele auxiliare, se stopează pulverizatoarele de primă aprindere și se pun în funcțiune pulverizatoarele principale.

b. Nava dispune de energie electrică. în această situație se disting 2 faze:

1) Se pun în funcțiune mecanismele auxiliare ale căldării ce pot fi acționate electric asigurându-se astfel preventilarea și ventilarea căldării (tirajul), trimiterea și preîncălzirea combustibilului;

2) Se scot din funcțiune mecanismele acționate electric intrând în funcțiune mecanismele acționate cu abur.

c. Nava dispune de abur. Pe tubulatura auxiliară se trimit vaporii, sub presiune, necesari punerii în funcțiune a mecanismelor auxiliare ale căldării ce urmează să intre în funcțiune.

9.8.3. Deservirea căldării în funcționare

Asigurarea alimentării cu apă a căldării presupune menținerea constantă a nivelului apei în căldare și controlul indicației sticlelor de nivel. în cazul spargerii unei sticle de nivel este permisă funcționarea căldării cu cealaltă sticlă, maxim 20 minute.

La dispariția nivelului apei din sticla de nivel căldarea trebuie scoasă din funcțiune.

Menținerea constantă a presiunii constituie problema de bază, indiferent de regimul de sarcină impus la un moment dat. Aceasta se realizează prin corelarea proceselor de combustie cu necesarul de vapori solicitat la un moment dat . Pentru o bună combustie și corelația cu necesarul de vapori se impune reglarea cantității de combustibil în focar, a cantității de aer, precum si menținerea constantă a temperaturii combustibilului pulverizat. Se asigură buna funcționare a mecanismelor auxiliare ce deservesc căldarea atunci când funcționează normal mecanismele și elementele instalației de alimentare cu combustibil, mecanismele si elementele instalației de alimentare cu aer și mecanismele și elementele instalației de alimentare cu apă în concordanță cu necesarul de vapori. Trebuie să se asigure controlul și supravegherea permanentă a tuturor *A.M.* C. și a elementelor de automatizare.

9.8.4. Oprirea căldării

Presupune efectuarea operațiilor de închidere a pulverizatoarelor, postventilare a focarului, închiderea valvulei principale de abur, continuarea alimentării cu apă și închiderea posibilității de acces a aerului în focar. Apoi căldarea se lasă să se răcească treptat.

9.8.5. Incidente caracteristice în exploatarea căldării

După gravitatea lor acestea pot fi:

A. Incidente ce nu permit funcționarea în continuare a căldării

a. Pierderea apei din sticlele de nivel (**înroșirea suprafeței** de încălzire, apariția unui miros **specific** de cauciuc ars).

C a u z e. Neatenția fochistului, defecțiuni la pompa de alimentare, defecțiuni în sistemul automat de alimentare cu **apă,** sticle de nivel înfundate, **căldarea** prezintă tuburi **înfundate** sau pompa de alimentare nu asigură debitul și presiunea necesară.

M ă s u ri. Se oprește **căldarea,** se asigură un control asupra suprafeței de încălzire, se iasă căldarea la rece și se remediază defecțiunea. După punerea în funcțiune se urmărește îndeaproape funcționarea căldării.

*b. Spargerea **tuburilor,*** cu simptomul de abur intens pe coș, zgomot specific, jet puternic de abur în zona tubului.

C a u z e. Supraîncălzirea locală a tubului, cruste groase pe pereți, lipsa apei în tuburi, **coroziunea** accentuată a tubului.

M ă s u r i. Oprirea căldării, se lasă căldarea la rece, se golește, se deschide, se depistează tuburile sparte și se tamponează.

*c. **Apariția fisurilor** în corpul **căldării,*** cu simptomul de **abur** în cutia de fum.

C a u z e. încălzire **neuniformă,** răcire **bruscă,** aer rece în focar.

M ă s u ri. Oprirea căldării, se răcește **lent,** se remediază fisura.

B. Incidente ce pot deveni cauze ale unor periculoase avarii.

a. Creșterea presiunii peste cea de regim.

C a u z e. Defectarea manometrelor (în general automatizarea).

M ă s u r i. Se reduce cantitatea de combustibil, se asigură alimentarea cu apă la nivelul **maxim,** se verifică **manometrele.**

*b. **Eboluțiuni.*** Reprezintă fenomenul de fierbere turbulentă a apei în colector și se observă prin variația excesivă a nivelului în colector.

C a u z e. Conținut sporit de impurități mecanice și uleioase, **creșterea** durității apei, deschiderea bruscă a **valvulei** spre consumatori.

M ă s u r i. Extracție de **suprafață,** se reduce consumul de vapori, stoparea.

c. Spargerea sticlei de nivel însoțită de apariția unui zgomot puternic si o degajare puternică de aburi.

C a u z e. încălzire **neuniformă** a sticlei, montaj necorespunzător.

M ă s u ri. Izolarea sticlei și înlocuirea ei în maxim 20 minute.

C. Incidente ce nu permit funcționarea în continuare a căldării decât sub o atentă supraveghere

d. Arderea incompletă a combustibilului.

C a u z e. Temperatura scăzută a combustibilului, **pulverizatoare** înfundate, lipsă de aer.

M ă s u r i. Menținerea temperaturii combustibilului, înlocuirea **pulverizatorului,** schimbarea tancului de **serviciu,** sporirea conținutului de aer.

*e. Supraîncălzirea pereților **metalici** exteriori* (înroșirea acestora).

C a u z e. Presiunea mare a aerului, **pulverizatoarele** proiectează combustibilul pe pereți, izolație deteriorată.

M ă s u r i. Se stopează căldarea.

Bibliografie

[1] Gh. Uzunov ş. a. — Îndrumătorul ofiţerului de navă
Editura Tehnică, Bucureşti, 1983

[2] C. Ungureanu — Generatoare de abur pentru instalaţiile energetice clasice şi nucleare
Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1977

[3] B. Popa ş.a. — Termotehnică şi masini termice
Editura Didactică şi Pedagogică, 1977

[4] B. Popa ş.a. — Manualul inginerului termotehnician, vol. III
Editura Tehnică, Bucureşti, 1995

10

APA, COMBUSTIBILI SI LUBRIFIANȚI

10.1. Apa - agent termic

Motoarele navale, căldările (generatoarele de abur) sunt proiectate pentru a prelua, pe cât posibil, o cât mai mare parte din energia înmagazinată în combustibil și a o transforma în lucru macanic. În funcționarea lor ele folosesc ca agent termic apa iar eficiența lor depinde semificativ de calitatea apei pe care o folosesc. Atât apa, dar mai ales impuritățile conținute de aceasta, pot provoca serioase efecte negative și chiar distrugerea instalațiilor.

10.1.1. Tipuri de apă și impurități prezente în apă

a) *Apa chimic pură* este formată din molecule identice ce corespund formulei chimice H_2O: ea este foarte rar întâlnită în natură.

Apa este cel mai important solvent din natură și tehnică, ea dizolvând o mare cantitate din substanțele cu care vine în contact.

b) *Apa naturală,* dulce sau de mare, conține o cantitate însemnată de impurități antrenate din atmosferă și sol în timpul circuitului său prin natură.

c) *Apa ca agent termic* este folosită ca purtător de căldură, fie în stare lichidă, fie în stare de vapori (abur) în funcție de nevoile de utilizare.

La bordul navelor apa este folosită atât ca *materie primă,* pentru obținerea apei distilate sau a aburului, cât și ca *agent de răcire.*

Apele folosite ca materie primă sunt:

- apa de mare pentru obținerea apei demineralizate:
- apa dulce sau apa demineralizată pentru obținerea aburului.

Ca agent de răcire se folosesc toate tipurile de apă: de mare, dulce, demineralizată.

Aceste tipuri de apă tehnică se deosebesc foarte mult prin natura și concentrația impurităților conținute. Apa dulce are un conținut maxim de săruri dizolvate de 1 g/kg, apele sărate în medie 35 g/kg, clar ating și 50 g/kg, pe când apa demineralizată, în funcție de metoda de demineralizare utilizată și de corectitudinea conducerii procesului, poate fi lipsită complet de săruri sau să conțină doar urme din impuritățile inițiale ale apei naturale.

Principala sursă de apă la bordul navelor maritime este apa de mare. Ea este folosită în unele instalații ca atare dar din ea se poate obține și o apă de calitate superioară, demineralizată. Demineralizarea (desalinizarea) apei de mare se poate efectua cu ajutorul schimbătorilor de ioni, prin osmoză inversă și prin distilare.

Deși mare **consumatoare** de energie, distilarea este cea mai utilizată metodă de desalinizare de la bord, datorită posibilității recuperării energiei termice necesare distilării de la alți agenți termici ce urmează a fi răciți.

Tabelul 10.1. Impurități prezente în apele tehnice

Gradul de dispersie	Formula chimică	Substanțe din care provin	Sursa de **impurificare**	Efecte
1. **Impurități** nedisociate electrolitic:				
A.Suspensii (> 0,1 μm)	"	rugină, cruste de piatra desprinse, precipitate, **nisip,scoici, plante,etc.**	antrenare din instalații, substanțe formate la tratarea apei, din apa naturală	-depuneri de nămol -depuneri biologice
B.Dispersii coloidale (0,1 -0,001 μm)	"	silice, sulfuri, **hidroxizi**, substanțe organice de natură animală sau vegetală, hidrocarburi	din apa naturală, impurificare cu **uleiuri**, combustibili, unsori	-depuneri de nămol -depuneri spongioase **-spumare**
C. Impurități dizolvate (<0,001 μm)				
gaze	O_2 CO_2	oxigen dioxid de carbon	aer, activitate biologică **aer,activitate** biologică, descompunerea **bicarbonaților** de calciu si magneziu	-coroziune -depuneri de piatră
lichide	H_4N_2	**hidrazina**	substanță de tratare	-coroziune caustică
2. Impurități disociate electrolitic:				
A.Cationi	H^+	H_2O+CO_2; HCl, H_2SO_4	dizolvarea dioxidului de carbon în apă, **hidroliza clorurii** de magneziu, tratarea apei cu acizi	-coroziune acidă
	Ca^{2+}	$Ca(HCO_3)_2$, $CuCl_2$, $CaSO_4$	din apa dulce sau de mare	depuneri de piatră
	Mg^{2+}	$Mg(HCO_3)_2$, $MgCO_3$, $MgCl_2$, $MgSO_4$	din apa dulce sau de mare	
	Fe^{3+},Fe^{2+}	$Fe(HCO_3)_2$,$Fe(OH)_3$	coroziunea tancurilor, tubulaturilor, căldărilor, circuitelor de abur	depuneri pe tubulaturi de Fe_2O_3 și Cu metalic ducând la coroziune de contact
	Cu^{2+}	$Cu(OH)_2$	coroziunea condensatoarelor	
	Na+	NaCl, Na_3PO_4, NaOH, Na_2CO_3, Na_2SO_3	din apă naturală, substanțe de tratare	coroziune, spumare
B.Anioni	Cl^-	NaCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$	din apa naturală, prin concentrarea prin evaporare	coroziune, spumare, depuneri în distilatoare
	HO"	NaOH, N $_4$OH	substanțe de tratare	coroziune caustică
	CO_3^{2-}	$MgCO_3$, Na_2CO_3	din apă naturală , substanțe de tratare	depuneri de piatră, coroziune caustică
	HCO_3^-	$Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $NaHCO_3$	din apă naturală	depuneri de piatră
	PO_4^{3-}	Na_3PO_4, Na_2HPO_4,$(NaPO_3)_6$	substanțe de tratare	coroziune, spumare
	SO_4^{2-}	$CaSO_4$, $MgSO_4$	din apă naturală	depuneri aderente de piatră
	SiO_3^{2-}	H_2SiO_3	hidroliza SiO_2 din apă naturală	depuneri dure de piatră
	SO_3^{2-}	Na_2SO_3	substanță de tratare	coroziune acidă

Indiferent de tipul constructiv al **distilatorului**, procesele ce au loc în acesta sunt: vaporizarea apei, separarea vaporilor de picăturile de apă antrenate, care conțin săruri

dizolvate si condensarea vaporilor. Calitatea distilatului obținut (concentrația impurităților) depinde deci de modul de funcționare al distilatorului.

Principalele impurități din apele tehnice precum și posibilele efecte asupra instalațiilor sunt prezentate în tabelul nr. 10.1.

10.1.2. Efecte ale impurităților apei asupra instalațiilor

10.1.2.1. Depunerile

A. Tipuri de depuneri

Natura si caracteristicile depunerilor depind de impuritățile care le provoacă și de condițiile din instalație (temperatură, debit de apă și viteză de deplasare, etc.).

a) *Depunerile biologice* (de fouling) se formează cu precădere în circuitele de apă dulce și de mare, în circuitele de răcire. Ele sunt constituite din plante și animale acvatice; în circuitele de apă de mare se dezvoltă cu precădere scoici, care, având inițial dimensiuni mici, trec de filtre ca apoi, găsind condiții favorabile, să se dezvolte pe suprafețele metalice.

b) *Depunerile de nămol*

-în instalațiile de răcire formează nămol impuritățile în suspensie sau coloidale, produsele de coroziune, unele precipitate formate prin descompunerea bicarbonaților pe suprafețele metalice fierbinți. Aceste produse insolubile se aglomerează sub formă de nămol în locurile stagnante, cu viteză mică de deplasare a apei.

-în distilatoare formează nămol sărurile minerale din apa de mare, ce precipită la concentrarea acesteia. Formarea nămolului este favorizată de introducerea în distilator a modificatorilor de cruste, ce împiedică depunerea sărurilor sub formă de cruste aderente la metal.

-în generatoarele de abur nămolul este constituit mai ales din compuși de calciu si magneziu. Aceștia precipită la fierbere pe impurități solide aflate în masa soluției - ce constituie centre de fierbere - îngreunându-le până când, devenind grosiere, se separă prin decantare.

c) *Depuneri carbonoase*

Substanțele organice, în special hidrocarburile, ce contaminează apele tehnice aderă la pereții fiebinți și datorită temperaturii ridicate suferă procese de cracare cu formare de depuneri spongioase de carbon. Pe aceste depuneri precipită și compuși de calciu și magneziu din apă, mărindu-le densitatea și aderența. Aceste depuneri se formează atât în căldări, cât și în instalațiile de răcire.

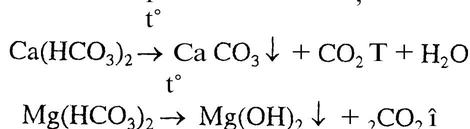
d) *Depuneri de cupru metalic si oxizi de fier*

Ionii de cupru și fier returnati în căldare cu condensul si proveniți din coroziunea traseelor de abur, a condensatoarelor, se depun pe țevile fierbătoare sub formă de cupru metalic sau oxizi de Fe^{2+} si Fe^{3+}. Aceste depuneri măresc deosebit de mult heterogenitatea suprafețelor conducând la coroziunea localizată numită coroziune de contact.

e) *Depuneri de cruste de piatră*

Crustele de piatră constituite din compuși ai calciului și magneziului se formează prin două mecanisme:

- Prin reacții chimice de descompunere a bicarbonaților de calciu și magneziu:



$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} Ca\,CO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} Mg(OH)_2 \downarrow + 2CO_2 \uparrow$$

Descompunerea **bicarbonaţilor** are loc la temperaturi sub punctul de fierbere al apei, crustele se formează deci în locurile mai reci ale căldării şi în instalaţiile de răcire.

-Prin depăşirea **solubilităţii** sărurilor de calciu şi magneziu, depăşire ce are loc la fierberea apei.

Solubilitatea sărurilor de calciu şi magneziu, spre deosebire de a altor săruri din apă, scade cu creşterea temperaturii (fig. 10.2, a); de asemenea, prin evaporarea apei din inelul de **lichid** ae-df (fig. **10.1)** ce menţine pentru un timp bula de vapori A ataşată de peretele metalic, **concentraţia** sărurilor creste si deci ele precipită pe suprafaţa metalică. La desprinderea bulei de vapori, apa spală sărurile depuse, va redizolva o parte din ele, în special pe cele mai solubile, iar cele **mai** puţin solubile rămân ataşate. Procesul se repetă şi pelicula de săruri creşte în grosime. Fierberea turbulentă favorizează procesul.

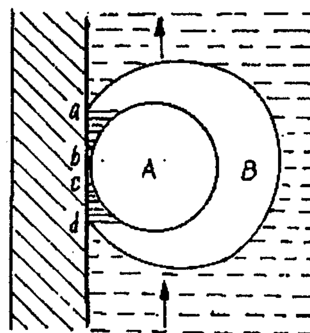
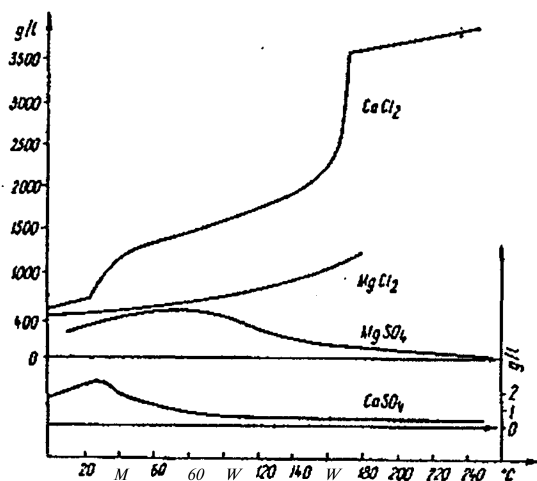
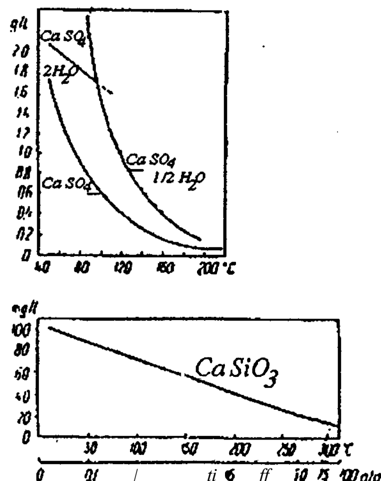


Fig.10.1. Formarea crustelor de **piatră**

Cele mai aderente şi dense cruste formează sulfatul de calciu şi silicea.

Sulfatul de calciu are o **solubilitate** redusă şi aceasta scade cu creşterea temperaturii (**fig.**10.2, *b).* Sulfatul de magneziu are o solubilitate mai mare, dar în zonele fierbinţi sunt condiţii şi pentru depunerea lui.





a *b*

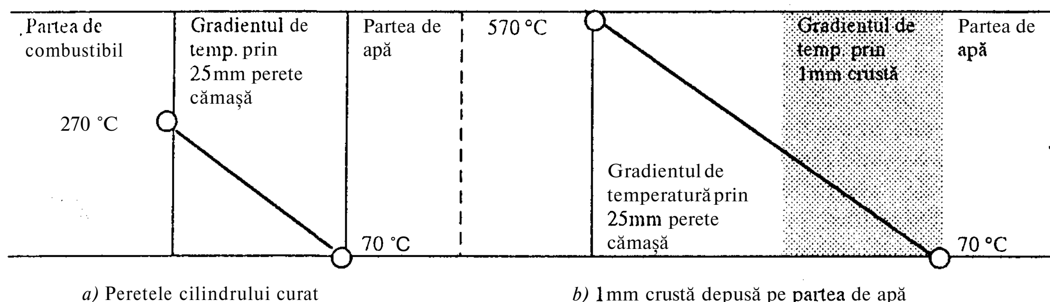
Fig.10.2. Solubilitatea în apă a diferitelor săruri de calciu şi magneziu

Silicea se depune sub formă de gel; se mai formează silicaţi de calciu şi magneziu sau depuneri complexe cu fierul şi aluminiul (rezultate din procese de coroziune şi greşeli de exploatare). Depunerile de silicaţi pe ţevile fierbătoare sunt aderente, compacte, cu conductibilitate termică foarte mică. Condiţiile de formare a acestor cruste sunt realizate cu precădere în căldările de înaltă presiune.

După acelaşi mecanism se formează depunerile de cruste si în distilatoare; compuşii cei mai frecvenţi sunt: carbonatul de calciu, sulfatul de calciu şi hidroxidul de magneziu, dar crustele pot include si alte săruri.

B. Efectele depunerilor

Principalul efect al depunerilor este *înrăutăţirea transferului termic.* Toate tipurile de depuneri au acest efect dar depunerile aderente si în special cele de piatră sunt cele mai serioase bariere termice. Astfel, o crustă de piatră ($CaSO_4$) cu o grosime de 1 mm reprezintă o barieră termică echivalentă cu un perete metalic cu grosimea de 40 mm (fig. 10.3).



a) Peretele cilindrului curat

b) 1mm crustă depusă pe partea de apă

Fig.10.3. Efectul crustei de piatră asupra transferului termic

Depunerile din circuitele de răcire, pe lângă scăderea randamentului motorului, determinată de o eficienţă redusă a răcirii, pot provoca înfundarea instalaţiilor, distrugerea filtrelor, valvulelor, opriri pentru curăţire şi reparaţii.

în cazul căldărilor depunerile de piatră determină creşterea consumului de combustibil, imposibilitatea obţinerii cantităţii necesare de abur şi atingerii parametrilor tehnologici, înfundarea instalaţiei, scoaterea din uz a căldării şi în cazurile cele mai grave chiar explozia căldării.

Depunerile carbonoase precum şi cele de Fe_2O_3 şi Cu metalic determină coroziuni grave.

Depunerile din distilatoare produc reducerea cantităţii de apă tehnică obţinută, înrăutăţirea calităţii distilatului şi conduc la opriri dese în vederea curăţirii.

10.1.2.2. Spumarea si antrenarea de apă

Prin fierberea apei concentraţia sărurilor, atât în apa din distilator cât şi în apa din căldare, creste; aceasta conduce la modificarea tensiunii superficiale a soluţiei şi suprafaţa apei acţionează ca o peliculă elastică ce împiedică bulele de vapori să se desprindă de aceasta, formându-se astfel spumă.

Contaminarea apei cu unele substanţe organice (produse petroliere, grăsimi) produce acelaşi efect.

Atunci când bulele de vapori din spumă se sparg, picături mici de apă conţinând săruri sunt împrăştiate în spaţiul de vapori si acestea vor însoţi aburul în circuitul său. Sărurile conţinute de abur se depun apoi în supraîncălzitoare şi pe paletele turbinelor.

Uneori chiar mari cantităţi de apă pot fi antrenate de către abur, atunci când nivelul apei nu este menţinut corect.

10.1.2.3. Coroziunile

Coroziunea se definește ca fiind distrugerea metalelor și aliajelor datorită interacțiunii lor cu mediul înconjurător.

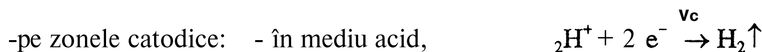
A. Mecanismul coroziunii metalelor

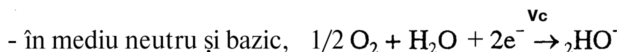
In construcția instalațiilor de forță se folosesc atât aliaje feroase cât și aliaje neferoase pe bază de cupru si în ultimul timp și pe bază de aluminiu. Toate aceste metale se corodează în prezența apei, presiunea și temperatura ridicată contribuind la creșterea vitezei de coroziune.

Coroziunea metalelor în contact cu apa se desfășoară după un mecanism electrochimie. Metalele în contact cu apa ce conține ioni formează electrozi al căror potențial depinde atât de natura metalului, cât și de natura si concentrația impurităților din apă.

Interfața instalație metalică/apă prezintă microneuniformități (impurități metalice, compuși intermetalici, diferențe de temperatură sau tensiuni mecanice) sau macroneuniformități (pete de rugină, depuneri de piatră, depuneri de cupru metalic pe oțel, cordoane de sudură, piese din metale diferite în contact electric, zone aerate diferențiat).Ca urmare potențialele zonelor învecinate vor fi diferite, zonele cu potențial mai negativ comportându-se anodic, iar cele cu potențial mai pozitiv catodic. Se formează astfel micro- sau macrocelulele de coroziune, cu electrozii în scurtcircuit, în care au loc reacțiile:


-pe zonele anodice: $Me - 2e^- \xrightarrow{Va} Me^{+}_{soluție}$ (se corodează)


-pe zonele catodice: - în mediu acid, $_2H^+ + 2\ e^- \xrightarrow{Vc} H_2\uparrow$


- în mediu neutru și bazic, $1/2\ O_2 + H_2O + 2e^- \xrightarrow{Vc} {}_2HO^-$

Dizolvarea anodică a metalului poate fi însoțită de oricare din reacttiile catodice; cele două reacții se desfășoară concomitent și cu viteze egale. Atâta timp cât în soluție se găsesc ioni H^+ sau O_2 dizolvat (depolarizanți catodici) care să accepte electronii eliberați de metal si reacția anodică de dizolvare (coroziune) a metalului va continua.

Forma atacului depinde atât de caracteristicile metalului cât și de natura mediului de coroziune.

B.Coroziunea generatoarelor de abur

a) Tipuri de coroziune întâlnite în generatoarele de abur.

-*Coroziunea generală* – aceasta se manifestă prin reducerea grosimii metalului pe întreaga suprafață, sau pe porțiuni mari și se datorează existenței microneuniformităților si deci acțiunii microcelulelor de coroziune.

-*Pitingul* este o coroziune localizată, sub forma unor ciupituri adânci, ajungând până la perforarea metalului. Este considerată una din cele mai grave coroziuni și se datorează atacului oxigenului dizolvat.

-*Coroziunefisurantă caustică* este o coroziune localizată ce se dezvoltă în fisuri, locuri ascunse. Este favorizată de alcalinizarea puternică a apei în aceste locuri și se manifestă prin fisuri ce avansează intercristalin.

-*Coroziunea la oboseală* este tot o coroziune fisurantă ce se dezvoltă în fisurile datorate oboselii (solicitărilor mecanice repetate).

-*Coroziunea selectivă* se manifestă prin dizolvarea unui component dintr-un aliaj (de exemplu dezincarea alamei în mediu puternic bazic).

-*Exfolierea* este un tip de coroziune ce conduce la desfacerea metalului în foițe paralele (determinată de tensiunile reziduale de la laminarea metalului).

-Fragilizarea- acest tip de coroziune se manifestă prin reducerea proprietăților mecanice, metalul devenind sfărâmicios. Se datorează pătrunderii hidrogenului, format în reacțiile catodice, în spațiile interstițiale ale rețelei cristaline. Prin reacția cu carbonul formează metan, CH_4, care este un gaz cu moleculă mare ce nu mai poate părăsi metalul. Se crează tensiuni interne mari si apar fisuri inter- și transcristaline.

b) Influenta impurităților apei asupra coroziunii metalelor.

-Coroziunea datorată gazelor dizolvate este provocată de O_2,CO_2 si NH_3.

Oxigenul dizolvat este unul din cele mai nedorite impurități, acționând atât asupra căldării cât si a instalațiilor dinainte și de după aceasta. Vitezele de coroziune sunt foarte mari. Aproape toate metalele se corodează în prezența oxigenului.

Severitatea atacului depinde de concentrația oxigenului, pH-ul apei și temperatură.

Hidroxidul feros, $Fe(OH)_2$, format în primă fază a coroziunii, se oxidează formând oxizi de fier: Fe_3O_4 (magnetită) - aderentă la metal, compactă și cu calități protectoare sau Fe_2O_3 (hematită, rugină) - poroasă ce nu protejază metalul și permite continuarea coroziunii.

Oxigenul dizolvat împiedică formarea hematitei sau o reduce la Fe_2O_3. Coroziunea este adesea localizată rezultând piting sau chiar perforarea metalului.

Dioxidul de carbon, CO_2. Cea mai mare parte a dioxidului de carbon se formează prin descompunerea carbonatilor si bicarbonaților la temperatură ridicată. Dioxidul de carbon însoțește aburul și, la condensare, formează cu apa acid carbonic (H_2CO_3) imprimând condensatului caracter acid. Distilatul acid provenit fie de la distilator, fie de la căldare, atacă metalele producând coroziunea tuturor instalațiilor cu care vine în contact, în special a părților inferioare ale conductelor, a părților filetate sau a armăturilor.

Amoniacul ,NH_3, determină coroziunea cuprului numai dacă există și oxigen dizolvat; în acest caz oxidul cupros,Cu_2O, ce are calități protectoare este oxidat la oxid cupric,CuO, ce nu' protejază metalul. Eliminarea oxigenului dizovat conduce deci la eliminarea efectului coroziv al amoniacului asupra condensatoarelor.

-Coroziunea acidă. Aciditatea apei conduce în general la o coroziune uniformă. în afara acidității create de CO_2, apa din căldare poate deveni acidă atunci când apa de alimentare este contaminată cu apă de mare sau apă antrenată de abur din generator. în acest caz apa va conține $MgCl_2$ care hidrolizează în apă formând acid clorhidric ($MgCl_2+H_2O \rightarrow Mg(OH)_2+_2HCl$) ce reduce pH-ul apei.

Prin degajarea, pe zonele catodice, a hidrogenului atomic, acesta pătrunde în rețeaua matalică producând fragilizarea metalului.

-Coroziunea caustică se datorează existenței hidroxidului de sodiu (NaOH) liber, pus în evidență de un pH ridicat. Alcalinizarea puternică a apei se datorează tratării necorespunzătoare. Coroziunea se desfășoară sub formă fisurantă, selectivă sau asociată cu oboseala.

C. Coroziunea instalatiilor de răcire

-Coroziunea acidă. Apa distilată este preferată pentru sistemele de răcire pentru prevenirea depunerilor de piatră, dar ea este foarte agresivă datorită dioxidului de carbon dizolvat. Aciditatea apelor de răcire se poate datora si unor săruri dizolvate care prin hidroliză scad pH-ul (de exemplu $MgCl_2$). în plus, în apele acide, inhibitorii de coroziune moderni nu sunt eficienți.

-Coroziunea datorată oxigenului dizolvat. Apele de răcire nu sunt deaerate așa că ele conțin mari cantități de oxigen dizolvat. Solubilitatea oxigenului este mai mare în apă rece decât în apă caldă; aspectul coroziunii este fub formă de pitting.

-Cavitatia. Acțiunea simultană a mediului de coroziune si a vibrațiilor motorului conduce la coroziune prin cavitație, care se manifestă sub forma unor adâncituri sau a unor părți smulse de pe suprafața metalului. Pelicula protectoare de oxizi de pe suprafața metalului este smulsă de bulele de vapori ce se formează si se desprind de pe suprafață datorită variațiilor de temperatură și presiune.

10.1.3. Indici de calitate ai apelor

10.1.3.1. Definiții

Caracteristicile **fizico-chimice** ale apei sau indicii de calitate ai apei dau informații privind prezența și **concentrația** diferitelor impurități din apă, semnificațiile acestor indici fiind cele din **tabelul** 10.2.

Tabelul 10.2. Definițiile si **semnificațiile** indicilor

Indice	Semnificația	Relația de definiție
p	Logaritmul zecimal cu semn schimbat al concentrației ionilor de hidrogen, la 20°C	$pH = - lg [H^+]$
Duritate de calciu	Conținutul total de săruri de calciu	d_{Ca} $[Ca^{2+}]$
Duritate de magneziu	Conținutul total de săruri de magneziu	$d_{Mg} = [Mg^{2+}] = d_T - d_{Ca}$
Duritate totală	Conținutul total de săruri de calciu si magneziu	$d_T = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$
Duritate temporară	Conținutul total de bicarbonați de calciu si magneziu	$d_{tp} = [HCO^-_3]$
Duritate permanentă	Conținutul total al sărurilor de calciu si magneziu, cu excepția bicarbonaților	$d_p = d_T - d_{tp}$
Fier	Conținutul total de ioni de fier	$[Fe^{2+}]$
Cupru	Conținutul total de ioni de cupru	$[Cu^{2+}]$
Cloruri	Conținutul total de ioni Cl^- din apă	[C
Exces de fosfat	Excesul de fosfat rămas dizolvat în apă după reacția cu sărurile de calciu și magneziu (în apa filtrată)	[PO
Alcalinitate "p" (caustică,puternică)	Numărul de cm^3 de acid puternic 0.1 n folosit la titrarea a 100 cm^3 apă în prezența indicatorului fenolftaleină (pH viraj ~ 8.3)	$p = [HC + {}^1/_2[CO_3^{2-}] + {}^1/_3\ [PO_4^{3-}]$
Alcalinitate "m" (totală)	Idem în prezența indicatorului metiloranj (pH viraj ~ 4.5)	$m = [HO^-] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] +$ A $[PO_4^{3-}]$
Sulfit	Excesul de sulfit rămas în apă după reacția cu O_2	$[SO_3^{2-}]$
Hidrazină	Excesul de hidrazină rămas în apă după reacția cu O_2	$[N_2H_4]$
Conductivitate	**Conductanța** unei soluții (conductor ionic) cu rezistența electică de 1Ω	$G=1/R$ R = rezistență electrică
Conductivitate specifică	Conductanța unui condector ionic (soluție) sub formă de cub cu latura 1cm	$K = 1/\rho$ p = rezistența specifică
Silice	Conținutul de silice ionică si coloidală	$[SiO_3^{2-}]+[SiO_2]$
Amoniu (amoniac)	**Conținutul** de ioni amoniu NH_4^+ (respectiv NH_3 dizolvat)	$[NH_4^+]$ sau $[NH_3]$
Nitriti (alți inhibitori)	Conținutul de nitriți (sau alți inhibitori, conform specificațiilor) din apă	$[NO_2^-]$

Observație: Se notează între paranteze **drepte concentrația** componentului a cărui formulă este între aceste paranteze.

10.1.3.2. Determinarea indicilor de calitate ai apei

Analiza de rutină a apei se execută în următoarele scopuri:

a) detectarea oricăror impurităţi (contaminanţi) din apă ce ar putea prejudicia funcţionarea căldării, motorului si a altor echipamente;

b) menţinerea concentraţiilor prescrise ale chimicalelor folosite la tratare, pe toată durata funcţionării echipamentelor.

Rezultatele acestor teste vor fi folositoare numai dacă probele de apă sunt reprezentative si prescripţiile privind desfăşurarea analizelor sunt respectate întocmai.

A. Prelevarea probelor

Puncte de prelevare a apei pentru analiză (vezi tabelul 10.3).

Tabelul 10.3. Locul de recoltare al probelor

Tipul de apă	Locul de recoltare	Frecvența	Observații
Apă de alimentare	-Din circuitul de alimentare, în apropierea căldării -La ieşirea din degazor sau din aspiraţia sau refularea pompei de apă de alimentare	-zilnic	-indicată pentru determinarea Fe^{2+} şi Cu^{2+}
Condensat	-Din pompa de extracție principală sau auxiliară	-zilnic	se poate determina şi O_2 dizolvat
Apă de adaos	-Din tancul sau conducta de apă distilată, înainte de intrarea în circuitul de condensat. -Direct din condensatorul distilatorului.	-zilnic sau la completare	
Apă din căldare	-Din colector, din robinetele prevăzute în acest scop, cât mai departe de intrarea apei de alimentare sau a substanţelor de tratare.	-zilnic sau după fiecare tratare	-nu se foloseşte pentru determinarea ionilor Fe^{+} şi Cu^{2+} -pentru Cl^{-} şi pH se recomandă înregistrarea continuă a valorilor

La prelevarea probelor trebuie să se respecte următoarele reguli:

-Probele se recoltează în butelii de sticlă, cu excepţia celor pentru determinarea fierului si cuprului care se iau în ambalaje de plastic. înainte de luarea probei buteliile se spală de 2-3 ori cu apă ce urmează a fi analizată. Sticlele se umplu la întreaga capacitate şi se astupă etanş cu dop.

-înainte de recoltarea probei se lasă să curgă apa 5-10 minute (sau chiar mai mult dacă linia de apă se foloseşte rar). Apa se răceşte la 25°C.

-Probele se analizează imediat la bord. Dacă se întârzie mult analiza, se recoltează alte probe.

-Analizele pentru Fe^{2+}, Cu^{2+}, silice, amoniac, contaminare cu ulei, se fac de obicei la uscat. Probele trimise la astfel de laboratoare se recoltează când instalaţia funcţionează la parametri normali. Ele vor avea volume de: 1000 ml - pentru apa din căldare, 120 ml - pentru determinarea ionilor de Fe^{2+} si Cu^{2+} în condensat iar pentru determinarea contaminării cu ulei, de 500 ml.

. Sticlele trebuie să fie complet pline, cu excepţia situaţiei în care există pericolul de îngheţare, când se lasă un spaţiu de expansiune.

Când se trimit probe la laboratoarele de uscat se notează pe etichetă toate datele referitoare la navă, locul şi data recoltării, motivul pentru care se cere analiza şi orice problemă ce a apărut în legătură cu calitatea apei sau exploatarea căldării.

B. Metode de analiză

Pentru ca determinarea caracteristicilor apei să fie cât mai ușoară și să poată fi executată de personalul de la bord, care nu posedă cunoștințe avansate de chimie, s-au elaborat tehnici de măsurare care se bazează pe:

-măsurarea volumului de soluție, de concentrație cunoscută, consumat la **titrarea** unei probe până la virajul culorii unui indicator;

-realizarea, cu ajutorul unor reactivi, a unor combinații colorate cu componentul căutat, intensitatea culorii fiind proporțională cu concentrația componentului; culoarea obținută se compară cu a unor etaloane colorate corespunzătoare diverselor concentrații. Unele dintre vasele de reacție au încorporate și astfel de etaloane (de exemplu pentru determinarea **fosfaților, hidrazinei, etc.**);

-folosirea de aparate cu citirea directă a caracteristicii.

De fiecare dată când se execută o analiză trebuie să se respecte întocmai metodologia de lucru și de calcul a rezultatelor impusă de constructorul trusei de analiză sau de producătorul de reactivi.

Reactivii trebuie păstrați în condiții corespunzătoare și feriți de contaminare, în caz contrar rezultatele analizelor vor fi **eronate**. în acest scop trebuie să se respecte următoarele reguli:

-Reactivii vor fi păstrați în ambalaje originale, etichetate și acoperite cu dopurile originale; se păstrează în locuri ferite de umezeală, iar cei ce se degradează la lumină, în cutii închise.

-Pentru fiecare reactiv se folosesc pipete, spatule separate pentru a preveni contaminarea; pipetele, spatulele vor fi perfect curate si uscate (spălate, clătite cu apă distilată și apoi uscate).

-Excesul de reactiv - soluție nu se **returnează** în sticlă.

-Reactivii trebuie folosiți înainte de expirarea teπnenului de valabilitate.

-La efectuarea determinărilor suprafețele de lucru, vasele de reacție și mâinile trebuie să fie curate.

-Determinările **colorimetrice** se fac în locuri bine iluminate (de preferință cu lumină naturală), în vase curate, fără amprente digitale pe vase sau pe etaloane.

-Citirea volumelor pe biurete, pipete, cilindri se face la meniscul inferior (fig. 10.4).

-La **titrare** se adaugă reactivul în picături, agităm după fiecare picătură pentru a omogeniza soluția si a putea observa virajul de culoare al indicatorului; spre sfârșitul titrării apare o schimbare temporară de culoare. Sfârșitul titrării este momentul în care schimbarea de culoare este permanentă și în toată masa probei.

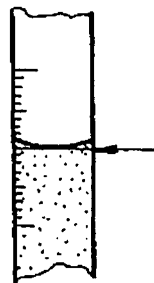


Fig.10.4. Citirea corectă a biuretelor

La folosirea aparatelor de măsură trebuie să se respecte instrucțiunile proprii de utilizare.

C. Exprimarea rezultatelor analizelor

a) *Concentrațiile impurităților,* care sunt în general mici, se exprimă în următoarele moduri:

-*părțiper milion* (ppm), ce reprezintă numărul de grame de component din un milion de grame de apă.

Exemplu: 1 ppm silice $= \dfrac{1\text{g } SiO_2}{1\,000\,000 \text{ g apă}} = 1\text{g } SiO_2 / 1 \text{ t apă}$

-*părțiper bilion* (ppb), ce reprezintă numărul de grame de component din 10^9 g de apă.

Exemplu: 1 ppb O_2 = $\frac{1\ g\ O_2}{10^9\ g\ apă} = \frac{1\ g\ O_2}{1\ 000\ t\ apă}$

-*miliechivalenți gram pe litru* (m val/l) sau *echivalenți gram per milion* (epm); această concentrație se obține împărțind concentrația în ppm la valoarea echivalentului gram a componentului respectiv.

Echivalentul gram al unui ion se obține împărțind masa molară a ionului la valența sa.

Exemple: 1 mol Ca^{2+} = 40 g; 1 $EgCa^{2+} = \frac{40g}{2}$ = 20 g; 1 mval Ca^{2+} = 20 mg

$$1 mval/l\ Ca^{2+} = \frac{40 g\ Ca^{2+}}{1.000 g\ apa} = 20 ppm\ Ca^{2+}$$

$$60\ ppm\ Ca^{2+} = \frac{60}{20}\ mval/l = 3\ mval/l = 3\ epm$$

$$150\ ppm\ CaCO_3 = \frac{150}{50}\ mval/l = 3\ mval/l = 3\ epm$$

Observație: Alcalinitățile și duritățile, dar uneori și alte caracteristici pot fi exprimate în loc de mval/l în cantitate echivalentă de $CaCO_3$.

Exemplu: 24 ppm $Mg^{2+} = \frac{24}{12}$ mval/l Mg^{2+} = 2 mval/l Mg^{2+}

2 mval/l Mg^{2+} = 2 x 50 ppm $CaCO_3$

rezultă 24 ppm Mg^{2+} = 100 ppm $CaCO_3$

-*grade de duritate;* acestea sunt unități convenționale care nu se mai folosesc în standardele noi, dar care mai pot fi întâlnite în specificații tehnice mai vechi. Echivalența între unitatea chimică mval/l și gradele de duritate germane, franceze, engleze și americane este următoarea:

$$1\ mval/l = 2{,}804°d = 5{,}005°f = 3{,}504°e = 50{,}045°a.$$

Uneori este necesară diluarea apei de analizat cu apă distilată și anume:

-atunci când, chiar după filtrare, apa este prea închisă la culoare pentru a vedea virajul indicatorului;

-atunci când concentrația este mai mare decât domeniul pentru care este prevăzută procedura de analiză.

In aceste situații rezultatul trebuie înmulțit cu coeficientul de diluare.

De exemplu:

-50 ml apă de *analizat* + 100 ml apă distilată = 150 ml probă supusă analizei

-rezultatul analizei = 10 ppm Cl^-

-conținut de Cl^- în apa de analizat:

$$10\ ppm\ Cl^- \times \frac{150\ ml\ probă\ diluată}{50\ ml\ apă\ de\ analizat} = 10\ ppm\ Cl^- \times 3 = 30\ ppm\ Cl^-$$

b) *Conductivitatea apei*

Unitatea de conductivitate este 1 Ω^{-1} = 1 Mho = 1 Siemens

In mod uzual se folosește µMho : 1 µMho = 1 µSiemens $10^{-6}\ \Omega^{-1}$.

Conductivitatea specifică se exprimă de obicei în Siemens/cm: 1 Siemens/cm = $1\Omega^{-1}cm^{-1}$.

10.1.3.3. Valori recomandate pentru indicii de calitate ai apelor

Controlul calității apei se bazează pe compararea valorilor caracteristicilor apei, obținute prin analiză, cu valorile standardizate (BS1170 : 1968), cu valorile recomandate de firmele constructoare ale instalațiilor sau cu cele ale firmelor ce oferă tehnologii, substanțe și echipamente de tratare. Limitele între care se înscriu valorile recomandate de aceste prescripții sunt prezentate în tabelul nr. 10.4

Tabelul 10.4. Valori recomandate pentru caracteristicile apei

Tipul de **apă**	Caracteristica	Mod de determinare	U.M.	**Valori** recomandate pentru căldări: **0÷32** bar	**32÷60** bar	>60 bar	Corectare
Apă de **alimentare**	Duritate totală	**titrare**	ppm$CaCO_3$	0	0	0	**Dedurizant**
Apă de adaos	Cloruri	**titrare**	ppmCl^-	<10	<10	<10	Eliminarea cauzei de **contaminare**
Apă din căldare	Duritate totală	titrare	ppm$CaCO_3$	0	0	0	Dedurizant **Purjare**
	Fosfați	**colorimetric**	ppmPO_4^{3-}	**20 - 80**	**20 - 40**	15-25	Dedurizant Purjare
	Alcalinitate"p"	titrare	ppm$CaCO_3$	**180 - 300**	**90 - 180**	0-50	Corector pH
	Alcalinitate"m"	titrare	ppm$CaCO_3$	**<2x"p"**	**<2x"p"**	0-100	Purjare
	Cloruri -la alimentare cu apă distilată -alimentare din alte surse	titrare	ppmCl^- max	**36 - 40** **10 x Cl^-_{alim}** dar<300	**36 - 40** –	16-20 –	Purjare
	Conductivitate	conducto-**metru**	µMho/cm max	700-1500	700-750	120-500	Purjare
	PH	colorimetric **pH-metru**	–	**10,5 -** 11	10-11	**9,6.-** 10,3	Corector pH
	Hidrazină	colorimetric	ppmH_4N_2	**0,03 -** 0,1	0,03 - 0,1	0,03 -0,1	Hidrazină
	Sulfiți	colorimetric	ppmSO_3^{2-}	**20 - 30**	10- 15	**(5 -** 10)	**Sulfit**
	Silice	colorimetric	ppmSiO_2	–	–	<6	Purjare
Condensat	pH	colorimetric pH metru	–	8,3 - 8,6	8,3 - 8,6	**8,6 -** 9	Amine volatile
	Amoniac	titrare	ppmNH_3	–	–	0,3	Deaerare Redus dozajul de **hidrazină**
Apă de răcire	Cloruri	titrare	ppmCl^-	max **100**			Extracție
	PH	colorimetric pH metru	–	8,5 - 9,5			Corector pH
	Nitriți	colorimetric	ppmNO_2^-	1500-2000			Dozare ni Uiți
	Alte substanțe de tratare	Conform **specificațiilor**					–

10.1.4. Tratarea apei de alimentare si a apei din căldare

10.1.4.1. Eliminarea gazelor dizolvate

Eliminarea gazelor dizolvate: O_2,CO_2 și NH_3 are ca scop prevenirea coroziunii datorată acestora. Gazele pot ajunge în apă prin orice deschidere sau neetanșeitate a instalației (în tancuri, condensatoare, turbine, tanc cascadă etc.).

A. Degazarea pe cale fizică

Pentru eliminarea gazelor din apă la bordul navelor se folosesc ejectoare, coloane fierbinți si uneori degazoare. Pentru a obține o bună eliminare a O_2 și CO_2 se vor respecta următoarele reguli:

-eliminarea tuturor neetanșeităților la condensatoare și în special la partea de vacuum a instalației (flanșe, supape, valvule defecte, etc.);

-menținerea, în tancurile de presiune normală, a unei temperaturi cât mai ridicate;

-păstrarea unei corelații corecte presiune/temperatură în deaeratoare (vezi tabelul nr.10.5.); acestea trebuie să aibă linia de ventilație deschisă iar ventilatoarele să funcționeze continuu, în port și pe mare;

-asigurarea unei bune pulverizării în deaeratoare (curățirea, înlocuirea diuzelor stricate, etc.).

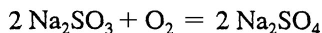
Tabelul 10.5. Corelația presiune • temperatură în degazoare

Presiune [atm]	0,0	0,28	0,59	0,99	1,26	1,56	1,72	2,10	2,54	2,68	2,96	3,24	3,80	4,22
Temperatură [°C]	100	107	113	120	124	128	130	134	139	140	143	145	150	153

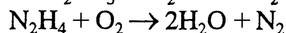
B. Degazarea pe cale chimică

Nu toate navele sunt echipate cu deaeratoare, dar chiar și apa degazată mai conține O_2 si CO_2 ce trebuie eliminate pe cale chimică.

a) *Eliminarea oxigenului* se poate face cu sulfit de sodiu (Na_2SO_3) sau cu hidrazină (N_2H_4):



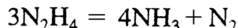
$$2\,Na_2SO_3 + O_2 = 2\,Na_2SO_4$$



$$N_2H_4 + O_2 \rightarrow 2H_2O + N_2$$

La folosirea uneia sau alteia dintre aceste substanțe trebuie să ținem cont de următoarele:

- excesul de hidrazină se descompune cu formare de amoniac ce alcalinizează apa:

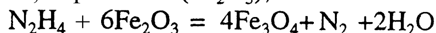


$$3N_2H_4 = 4NH_3 + N_2$$



$$2N_2H_4 = 2NH_3 + N_2 + H_2$$

- hidrazină ajută la formarea magnetitei (Fe_3O_4), cu calități protectoare din oxidul roșu de fier, poros, neprotector (Fe_2O_3);



$$N_2H_4 + 6Fe_2O_3 = 4Fe_3O_4 + N_2 + 2H_2O$$

- sulfitul de sodiu nu dă astfel de reacție;
- sulfitul mărește salinitatea apei;
- excesul de sulfit se descompune cu mărirea acidității apei.

b) *Eliminarea dioxidului de carbon.* Dioxidul de carbon se dizolvă în apă formând acid carbonic. Acesta dizolvă metalele feroase, atât în căldare cât și în sistemul de condensat. Alcalinitatea apei din căldare neutralizează dioxidul de carbon, dar, în funcție de condițiile

de funcționare, **carbonații** formați pot să se descompună și să formeze CO_2 ce va părăsi căldarea împreună cu aburul. El se va dizolva în condensat și se va reîntoarce în căldare. Eliminarea lui din condensat este deci esențială.

Aceasta se realizează cu ajutorul amoniacului (și el gazos) ce se formează prin descompunerea excesului de **hidrazină**. Uneori se folosesc alături de **hidrazină** și amine volatile **(ciclohexilamina și/sau morfolina)**, cu caracter bazic astfel încât se va reduce coroziunea în sistemele de alimentare, în căldare și în condensat.

Introducerea acestor substanțe este bine să se facă după tancul de apă de alimentare și anume după turnul cald sau, pentru căldările de înaltă presiune, după deaerator sau între turbinele de înaltă si joasă presiune.

Eliminarea O_2 și a CO_2 conduce și la prevenirea coroziunii tuburilor condensatoarelor (din aliaje cuproase) și deci se evită reîntoarcerea cuprului în căldare.

10.1.4.2. Eliminarea sărurilor de calciu și magneziu (dedurizarea)

Cea mai mare parte **a** sărurilor de calciu și magneziu poate fi eliminată prin distilare; asigurarea funcționării corecte a **distilatorului** elimină cea mai mare parte din problemele legate de calitatea apei. Uneori pot apare contaminări din condensatoare sau chiar necesitatea folosirii apei dulci ca apă de alimentare, astfel încât crește duritatea apei și deci și pericolul formării de piatră precum și al **spumării** și antrenării.

Tratamentul chimic al apei urmărește transformarea compușilor de calciu și magneziu, ce intră în căldare cu apa de alimentare și care ar forma piatră, în compuși insolubili, neaderenți, care să formeze nămol ce poate fi eliminat prin **purjare.**

Substanțele folosite la tratare depind de duritatea apei de alimentare, iar folosirea acestora trebuie să se facă urmărind cu strictețe indicațiile producătorului, altfel apar alte probleme legate de **spumare**, coroziune sau blocarea instalației din cauza cantității excesive de nămol.

Cele mai utilizate substanțe de **dedurizare** sunt:

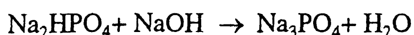
-Fosfațiide sodiu .Ca **dedurizanți** se folosesc: Na_2HPO_4 -fosfat disodic sau Na_3PO_4 - fosfat trisodic. Aceștia precipită ionul calciu sub formă de **hidroxiapatită** - $_3Ca_3(PO_4)_2.Ca(OH)_2$ - substanță cu aderență foarte mică sau fosfat tricalcic - $Ca_3(PO_4)_2$ - atunci când apa este tratată cu exces prea mare de fosfat sau când nu este tratată și cu **hidroxid** de sodiu.

Excesul de fosfat produce si spumare abundentă.

-Soda caustică (NaOH)sau soda calcinată (Na_2CO_3). **Hidroxidul** de sodiu - NaOH - este folosit pentru precipitarea **magneziului** ca hidroxid - $Mg(OH)_2$ - produs neaderent. Uneori se folosește soda calcinată care în apă hidrolizează cu formarea **hidroxidului de sodiu.** în lipsa hidroxidului de sodiu sau într-o apă excesiv tratată cu fosfat se poate forma fosfat de magneziu - $Mg_3(PO_4)_2$ - substanță ce are tendința de a adera la metal, de aceea excesul de fosfat și **alcalinitatea** “p” (excesul de sodă caustică ce conduce la coroziune caustică și selectivă) trebuie să fie îndeaproape controlate.

-Tratament coordonat si congruentfosfat - pH.

Prevenirea coroziunii caustice datorate hidroxidiului de sodiu "liber" (NaOH) se realizează prin dozarea de fosfat disodic, Na_2HPO_4 și hidroxid de sodiu, NaOH, care mențin un raport Na^+/PO_4^{3-} de 2,6 : 1, în loc de 3 : 1 ca în Na_3PO_4. Se previne astfel rămânerea în soluție de NaOH "liber" deoarece excesul de NaOH va reacționa după reacția:



$$Na_2HPO_4 + NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + H_2O$$

Controlul apei se face prin excesul de fosfat și prin pH, care sunt corelate prin reacția de mai sus.

Tratamentul este folosit mai ales pentru căldările de înaltă presiune.

-Tot pentru căldările de înaltă presiune se poate obține o apă **dedurizată** prin trecerea apei de alimentare peste *filtre schimbătoare de cationi* ce vor transforma toate sărurile de calciu si magneziu în săruri de sodiu. Dacă se folosesc baterii de schimbători de ioni formate din **cationiti** si **anioniti** se poate obține o apă complet demineralizată.

-*Polielecroliți.* Folosirea polimerilor ionici, solubili în apă, pentru prevenirea depunerilor a apărut ca urmare a necesității reducerii cantității de nămol ce se formează la precipitarea sărurilor de calciu si magneziu. Polimerii ionici sunt molecule gigantice, naturale sau sintetice, formate din **macroanioni** ce pot lega un număr mare de **cationi** de calciu sau magneziu, produsele formate rămân apoi în suspensie având tendință redusă de depunere.

Se folosesc **poliacrilați** (cu sau fără adaos de NaOH sau **NaOH/ Na_2SO_4**) și **poliamide.** Polielectrolifii se introduc în căldări curate deoarece au tendința de a desprinde crustele anterior formate generând probleme. Acest tratament modera este superior celui cu fosfat și sodă, în special pentru căldările auxiliare.

-O **alternativă** modernă, încă puțin folosită din cauza costului ridicat, este folosirea sării tetrasodice a *acidului etilen-diamino-tetra-acetic* (EDTA) nu numai la determinarea durității, dar si la **dedurizarea** apei. Aceasta ar permite și automatizarea controlului tratării apei.

10.1.4.3. Tratarea completă a apei de alimentare și a celei din căldare

Acest tip de tratament folosește un amestec de substanțe, preparat de firma producătoare, ce are roluri multiple: **dedurizare**, protecție anticorozivă, reglare de pH, **antispumare.** Amestecul este destinat unui anume tip de apă (cu caracteristici cuprinse între anumite limite - de obicei o apă de bună calitate) si se dozează continuu, menținând în stare bună tot sistemul (cădare, partea de abur și condensat, partea de alimentare) evident cu condiția controlului periodic al tratamentului.

10.1.4.4. Purjarea căldării

Purjarea este folosită pentru îndepărtarea substanțelor solide precum și a celor dizolvate din apa din căldare:

-*purjadefund,* elimină precipitatele din căldare;

-*purja de suprafață,* continua, elimină o parte din apa ce se concentrează în săruri datorită fierberii;

-*purja din colector,* intermitentă, elimină suspensiile acumulate la suprafața apei și scoate si o parte din sărurile dizolvate.

Purja se stabilește de obicei de către constructorul căldării sau în corelație cu conținutul de cloruri sau salinitatea apei.

10.1.5. Tratarea apei în distilator

Obţinerea apei distilate, de bună calitate, este condiţionată de buna funcţionare a distilatorului. Impurităţile din apa de mare determină în distilator spumare şi antrenare precum si depuneri de cruste.

Controlul nivelului apei şi al salinităţii, care se face de obicei automat, nu elimină complet problemele, de aceea apa poate fi tratată continuu cu modificatori de cruste şi anti-spumanţi. Modificatorii de crustă sunt polimeri solubili care se adsorb la suprafaţa particulelor solide formate prin precipitarea sărurilor împiedicând depunerea lor pe metal sub formă de reţele cristaline şi menţinându-le în suspensie, ele apoi fiind eliminate împreună cu saramura. Aceste substanţe dizolvă chiar şi crustele vechi.

Antispumanţii sunt substanţe tensio-active ce modifică tensiunea superficială a saramurii, permiţând bulelor de vapori să se desprindă uşor de suprafaţa apei.

10.1.6. Tratarea apei de răcire

10.1.6.1.Eliminarea depunerilor

Cea mai eficientă metodă de prevenire a depunerilor de piatră este de a folosi la răcire o apă corect demineralizată. Uneori se impune însă folosirea apei dulci. în acest caz trebuie să se obţină şi un buletin de analiză pentru a trata corect apa.

Dedurizarea apei de răcire nu se poate face prin metodele de precipitare deoarece nămolul ce s-ar forma nu poate fi eliminat, ca în cazul căldărilor, prin purjare. Unica metodă este folosirea de polielectroliţi ce pot menţine în suspensie compuşii de calciu şi magneziu.

La folosirea apei de mare ca agent de răcire singura metodă de tratare este cu substanţe antifouling pentru eliminarea depunerilor biologice. Tratarea trebuie executată periodic şi preventiv, altfel există pericolul înfundării instalaţiilor cu produsele desprinse.

10.1.6.2. Tratarea cu inhibitori de coroziune

Apa din sistemele de răcire închise trebuie tratată în vederea reducerii coroziunilor; tratarea se foloseşte atât pentru apa dulce cât şi pentru cea demineralizată (care uneori este mai corozivă decât cea dulce).

în circuitele de răcire se folosesc inhibitori de coroziune anodici, aceştia fiind substanţe puternic oxidante - nitriţi, boraţi. Rolul lor este de a pasiviza metalul şi acest lucru este posibil numai dacă se menţine concentraţia lor peste o anumită valoare, aşa încât analiza apei este o parte vitală a tratamentului.

Scăderea concentraţiei, chiar pentru scurt timp, sub valoarea prescrisă poate conduce la coroziuni foarte grave, mai pronunţate decât în lipsa inhibitorului.

Analiza apei se face la 24 ore după tratare şi apoi săptămânal, dacă nu apar probleme.

10.2. Combustibili navali

10.2.1. Generalități

Din cheltuielile de întreținere a navelor combustibililor le revine o parte însemnată, atât prin valoarea lor propriu-zisă cât și prin cheltuielile indirecte legate de întreținerea instalațiilor de combustibil, a motoarelor precum și a traseelor de evacuare a gazelor de ardere.

O eficiență cât mai mare în raport cu prețul se poate obține prin eliberarea prin ardere a unei cantități cât mai mari de energie si prin folosirea acesteia în proporție cât mai mare, ceea ce depinde în mare măsură de calitatea combustibilului.

Din punct de vedere chimic arderea combustibililor este o reacție de oxidare a componentelor sale. Referitor la această reacție trebuie sublimate următoarele:

- cu cât energia chimică înmagazinată în reactanți - combustibil și oxigen - este mai mare si cea din produși - gaze de ardere - este mai mică, cu atât o mai mare cantitate de energie, de obicei sub formă de căldură, devine disponibililă pentru a fi transformată în altă formă de energie;

- reacția de oxidare este o reacție în lanț, radicalică. Pentru ca această reacție să se desfășoare, moleculele substanțelor componente ale combustibililor trebuie să se ciocnească cu cele de oxigen, cu o viteză și deci cu o energie atât de mare încât să se poată rupe legăturile chimice dintre atomii din interiorul reactanților pentru a se forma noi legături chimice în produșii de reacție. Deci substanțele lichide și solide trebuie întâi încălzite astfel încât să elibereze suficiente molecule ce se deplasează cu viteze foarte mari.

Energia de ciocnire este un factor important în inițierea arderii, iar aceasta este dependentă de natura, forma și mărimea moleculelor substanțelor din combustibil. Arderea implică mai multe etape: inițierea, propagarea și întreruperea lanțului de reacție. în propagarea ei un rol important revine unor produși intermediari, radicali liberi, cu energii foarte ridicate și deci foarte reactivi, care se ciocnesc de celelalte molecule de hidrocarburi sau oxigen.

Procesul de ardere nu este simplu, succesul arderii (arderea completă) depinde atât de compoziția combustibilului, cantitatea de oxigen disponibilă, construcția motorului precum și de o serie de factori pe care îi poate controla mecanicul ce supraveghează arderea combustibiluluiînmotor.

10.2.2. Compoziția chimică a combustibililor

Compoziția chimică a combustibililor este dependentă de natura materiei prime - țițeiul - dar si de tehnologia de obținere.

Toate substanțele din țiței se regăsesc în combustibili repartizate, în proporții diferite, pe fracțiuni petroliere; în plus pot apare substanțe noi, în special olefine și oxizi de aluminiu și siliciu, provenite din procesele de cracare.

Țițeiurile supuse prelucrării au, în funcție de locul de extracție, o compoziție extrem de variată și foarte complexă, cuprinzând sute de substanțe, în proporții diferite. Cu toate acestea marea majoritate a substanțelor componente sunt constituite din câteva specii de atomi (tabelul nr. 10.6) si aparțin câtorva clase de substanțe.

Tabelul 10.6. **Compoziția elementară a țițeiului**

Elementul	C	H	S	O	N	Metale	Alte elemente
%max.	85	12	6	5	0,5	0,5	0,1

Hidrocarburile, formate numai din carbon și hidrogen, reprezintă cea mai mare parte a țițeiului. Hidrocarburile cu 1-4 atomi de carbon în moleculă sunt gazoase la temperatura ambianta, cele cu 5 până la 15-17 atomi de carbon sunt lichide, iar cele superioare solide.

Cele solide sunt fie dizolvate în faza lichidă fie solide în stare coloidală sau suspensie.

Tabelul 10.7. Clase de hidrocarburi prezente în produsele petroliere

Clasa de hidrocarburi	Formula generală	Fracțiunea în care se găsesc	Însușiri ce imprimă fracțiunilor petroliere
Alcani (parafine) *n*-alcani *i*-alcani	C_nH_{2n+2}	-distilate -reziduuri	Densitate redusă Raport C/H mic Putere calorifică mare Calități de ungere bune Variație mică a viscozității cu temperatura Puncte de congelare ridicate Sensibilitate mare la autoaprindere Puncte de congelare scăzute Inerție mare la autoaprindere
Cicloalcani (naftene)	C_nH_{2n}	-distilate -reziduuri	Raport C/H mediu Calități de ardere mai scăzute decât ale n-alcanilor Putere calorifică medie Calități de ungere relativ scăzute
Alchene (olefine)	C_nH_{2n}	-distilate -reziduuri de cracare	însușiri similare cu ale naftenelor dar cu tendința mare de oxidare în timp și formare de gume
Aromatice mononucleare polinucleare condensate	 C_nH_{2n-6} C_nH_{2n-6x} x=nr. de cicluri	 -distilate ușoare și medii -reziduuri -mici cantități antrenate în distilate medii și grele	 Densitate mare Raport C/H mare Putere calorifică mică Inerție mare la aprindere Tendință de ardere incompletă, cu formare de fum și depuneri Calități de ungere reduse Viscozitate mică Variație mare a viscozității cu temperatura Solubilitate redusă, doar în hidrocarburi aromatice Puncte de congelare reduse

Compușii cu sulf conțin pe lângă elementele C si H si unul sau mai mulți atomi de sulf sub forma unor grupări funcționale sau, în substanțele cilclice, alături de atomii de carbon.

Compușii cu sulf cu structură ciclică au puncte de fierbere ridicate, aceștia concentrându-se în fracțiunile grele și în reziduurile de prelucrare, dând serioase probleme legate de coroziunea metalelor. Datorită concentrației mari a sulfului în unele țițeiuri, numărul compușilor cu sulf este foarte mare și eliminarea lor din produsele petroliere este practic imposibilă. De exemplu un țiței cu 5,2% sulf conține peste 40% compuși cu sulf, dacă se admite că fiecare moleculă conține un singur atom de sulf.

Compușii cu oxigen sunt prezenți în țiței si în distilatele sale sub formă de acizi alifatici, acizi naftenici, fenoli și molecule heterociclice (conțin și N, S, etc.). Compușii cu oxigen de obicei se elimină prin rafinare din fracțiunile distilate, astfel încât ei apar mai ales în combustibilii reziduali.

Compușii cu azot sunt în general în proporții mici, sub formă de produși neutri sau bazici. Ei închid culoarea fracțiunilor distilate. Concentrația lor crește cu creșterea concentrației sulfului. Apar probleme legate de poluarea mediului, atunci când se ard combustibili cu azot, datorită eliberării în atmosferă oxizilor de azot formați.

Metalele se găsesc în țiței sub formă de compuși organometalici (porfirine) dar și ca săruri anorganice, alături de celelalte elemente. Prin arderea părții combustibile rămân oxizii metalici, care formează cenușa.

Elementul metalic cel mai frecvent în țiței este vanadiul (până la 0,1%); el se concentrează în fracțiunile grele și este răspunzător de coroziunea supapelor de evacuare si a turbosulflantelor.

în țiței se găsesc cantități însemnate de *compuși macromoleculari*, hidrocarburi dar și compuși cu S, O, N, cu structură complexă, ce apar în distilatele grele (ce distilează peste 300° C) și în reziduuri: rășini - solubile în alcanii superiori, asfaltene - parțial solubile în hidrocarburi aromatice si carbene - substanțe solide, casante, insolubile.

Dintre toate clasele de substanțe cele mai valoroase sunt hidrocarburile, dar comportarea lor la ardere sau în alte procese (curgere, încălzire, etc.) depinde atât de mărimea moleculei, ce determină în mod direct temperatura de fierbere, cât și de forma moleculei si tipul de legături dintre atomii de carbon. în tabelul nr.10.7 sunt prezentate principalele proprietăți ale hidrocarburilor ce se găsesc în țiței și deci în combustibilii și uleiurile minerale obținute din acestea.

10.2.3. Obținerea și clasificarea combustibililor

Clasificarea combustibililor se face după metoda de obținere în: *combustibili distilați* și *combustibili reziduali.*

Tehnologia de obținere (fig. 10.5) cuprinde procese fizice și chimice de prelucrare a țițeiului.

A. Prelucrarea primară constă în procese de distilare la presiune atmosferică și în vid, vidul fiind necesar pentru reducerea temperaturilor de fierbere ale fracțiunilor grele sub temperatura de descompunere.

B. Prelucrarea secundară urmărește ruperea moleculelor mari în scopul obținerii unor cantități sporite de distilate ușoare (combustibili) si distilate grele (folosite la obținerea uleiurilor minerale).

Procesele de prelucrare chimică surit:

- *cracarea catalitică*, pe catalizatori de oxizi de aluminiu pe suport de oxizi de siliciu; folosește ca materie primă distilatele de vid (DG1) obținându-se distilate ușoare (DU2) și reziduuri (R3). Aceste reziduuri conțin particule fine de catalizatori ce se desprind din granulele folosite la cracare;
- *hidrocracarea distilatelor de vid*, procedeu relativ recent de prelucrare, este o cracare severă, însoțită de hidrogenare prin care distilatele de vid trec în distilate ușoare (DU4) fără a se mai obține reziduuri;
- *cracarea termică* a *reziduurilor* de prelucrare primară, la temperatură și presiune ridicata, obținându-se distilate ușoare (DU3) si reziduuri aromatice cu conținut ridicat de asfaltene și carbene (R4);
- *hidroconversia reziduurilor*, este de asemenea un procedeu modern de cracare și hidrogenare prin care se produc distilate și cantități mici de reziduuri lichide, lipsite în general de impurități nedorite;

- *flexicocsificarea,* este un procedeu recent de transformare a reziduurilor în distilate uşoare şi grele, cu obţinerea unui reziduu solid - cocsul de petrol; acesta la rândul său este **gazeificat** şi transformat în combustibili uşori.

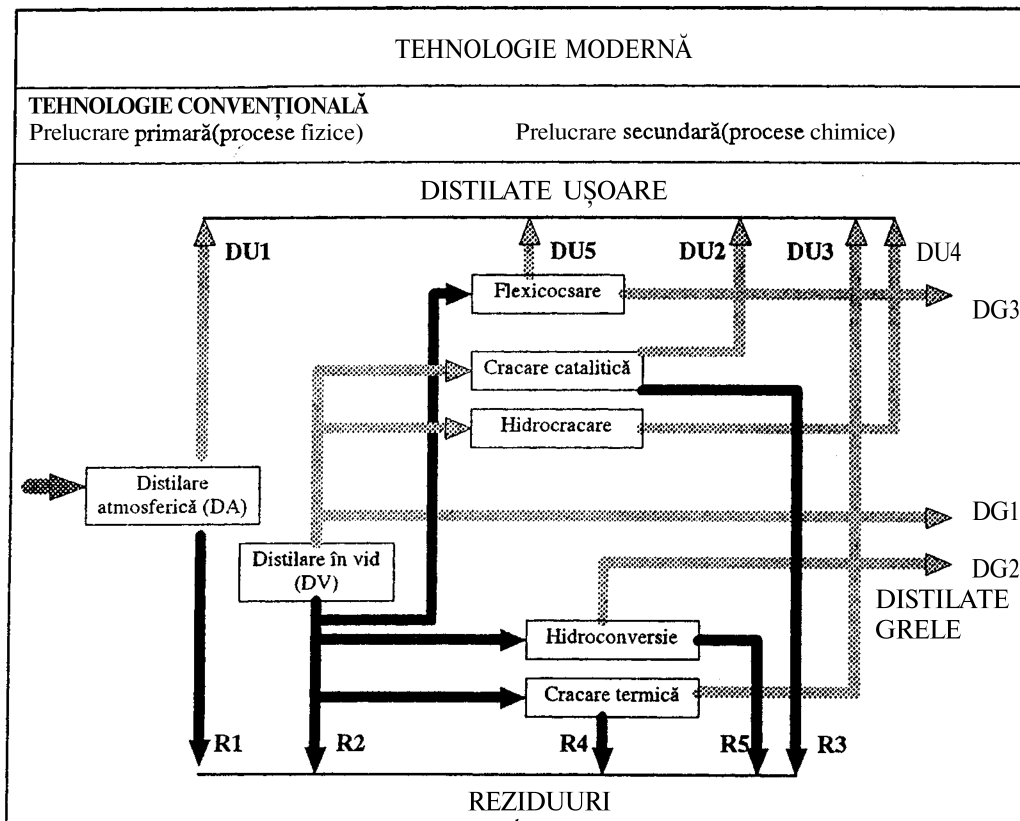


Fig. 10.5. Tehnologia de prelucrare a ţiţeiului

Combustibilii distilaţi sunt deci de două tipuri: cei de distilare primară, atmosferică sau în vid, şi cei cracare.

Diferenţa dintre aceştia constă mai ales în aceea că motorinele de cracare conţin olefine, instabile, foarte reactive, care tind să formeze prin autooxidare gume, produse ce colmatează filtrele, preîncălzitoarele, injectoarele, etc.

Combustibilii reziduali obţinuţi din reziduurile de distilare, după tehnologia convenţională (fig. 10.6), au un caracter pronunţat parafinic în comparaţie cu cei obţinuţi din reziduurile de cracare, care au caracter aromatic. Compoziţia chimică a combustibililor reziduali este extrem de variata, ei fiind obţinuţi prin amestecarea oricărui reziduu (R1 - R5) cu orice fracţiune distilată; în plus fiecare dintre aceste fracţiuni poate proveni din orice tip de ţiţei.

în obţinerea combustibililor reziduali tot mai puţin se folosesc reziduurile de distilare atmosferică (DA) si de distilare în vid (DV), ele fiind prelucrate chimic şi tot mai mult cele de cracare.

Pe plan mondial se folosesc ambele tehnologii de obţinere a combustibililor reziduali, iar amestecarea, la bordul navei, a doi combustibili proveniţi unul din reziduuri de distilare şi altul din reziduuri de cracare, deşi ambii cu caracteristici fizico-chimice asemănătoare şi care

se înscriu în limitele aceluiași tip standardizat, poate crea mari probleme de incompatibilitate.

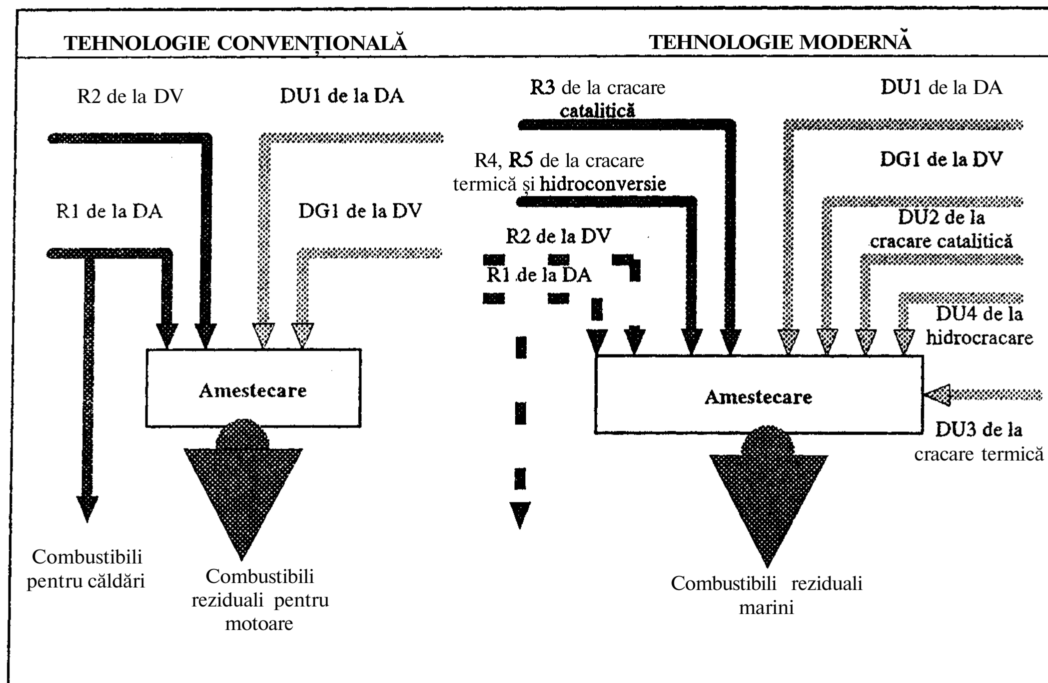


Fig. 10.6. Obținerea combustibililor reziduali

10.2.4. Caracteristicile combustibililor

Fiecare componentă a combustibilului are anumite proprietăți fizice și chimice și în funcție de concentrația sa în amestec imprimă acestuia anumită comportare în diversele procese pe care le suferă combustibilul.

Cunoașterea exactă a compoziției chimice se poate face prin cromatografie în fază gazoasă, analiză mai greu de executat si folosită actual în cercetarea științifică dar care în viitor ar putea deveni utilă, alături de determinările tradiționale, în aprecierea comportării combustibililor, în special în procesul de ardere.

Calitatea combustibililor este exprimată prin caracteristici fizico-chimice și de performanță determinate cu aparatură specială sau pe motoare de laborator.

Din punct de vedere al utilizatorului, un combustibil este de calitate dacă el răspunde în totalitate cerințelor, având în vedere nu numai arderea, deși acesta este procesul principal, ci și depozitarea, manipularea, uzura pe care o determină diferitele impurități din combustibil.

Proprietățile combustibilului influențează unul sau mai multe din procesele amintite, de multe ori chiar în egală măsură, această influență va fi discutată pentru fiecare caracteristică în parte.

Pentru ca un produs să fie de calitate valorile caracteristicilor trebuie să se înscrie în limitele admisibile stabilite de standarde sau specificații de firmă, iar aceste valori trebuie să se regăsească în buletinele de analiză ce însoțesc orice livrare de combustibil.

10.2.4.1. Densitatea (Density)

Densitatea absolută , p, se definește ca fiind masa unității de volum:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

unde: m – masa produsului, în kg;
V - volumul ocupat de produs, în m^3 .

Din cauza cantităților mari de combustibil cu care se operează, în practică se mai folosește și unitatea **tone/m³**.

La exprimarea densității combustibililor trebuie indicată întotdeauna temperatura la care se referă valoarea respectivă a **densității.** în specificații densitatea se **exprimă** la 15 °C deși determinarea experimentală a acesteia poate fi făcută la o altă temperatură.

Densitatea relativă, d, se definește prin relația:

$$d_4^t = \frac{\rho_p^t}{\rho_a^4}$$

în care: ρ_p^t - densitatea absolută a produsului, la temperatura *t*;
ρ_a^4 - densitatea absolută a apei distilate, la 4° C.

Deoarece ρ_a^4 - 1000 kg/m³ = 1 t/m³, rezultă:

$\rho_p^t - d_4^t \cdot 1000$, în kg/m³;

ρ_p^t - d_4^t, în t/m³.

între densitățile aceluiași combustibil, determinate de două temperaturi, t_1 si t_2, există relația:

$$\rho^{t_1} = \rho^{t_2} + c(t_2 - t_1), \text{ sau } d_4^{t_1} \quad d_4^{t_2} + c(t_2 - t_1) \,,$$

în care *c* este factorul de corecție al densității pentru un grad Celsius. Valorile acestuia se iau din tabele, în funcție de valoare densității cunoscute (tabelul 10.8).

Exemple de calcul

a) Dacă densitatea unui combustibil este de d_4^{15} = 0,961, care este densitatea sa la 25°C.

$$d f = d_4^{15} + c(15 - 25)$$

Din tabelul 10.8, valoarea lui *c* este 0,00066; rezultă:

$$d_4^{25} = 0{,}961 - 5 \cdot 0{,}00066 = 0{,}9544 \,.$$

Deci densitatea combustibilului este 0,9544 t/m^3 sau 954,4 kg/m^3.

b) Cunoscând densitatea unui combustibil d_4^{-5} = 0,865 care va fi densitatea lui la 30°C.

Diferenţa de temperatură fiind mai mare de 10 grade, se împarte intervalul de temperatură în două intervale mai mici, apropiate ca valoare, folosind pentru fiecare interval factorii de corecţie corespunzători. Se calculează astfel:

$$d_4^{15} = d_4^{-5} + c_1(-5-15) = 0,865 + 0,00068 \cdot (-20) = 0,8514$$

$$d_4^{30} \quad d_4^{15} + c_2(15_30) = 0,8514 + 0,00069 \cdot (-15) = 0,8408$$

Tabelul 10.8. **Coeficienţii** de corecţie ai densităţii relative pe; °C

Densitatea $[g / cm^3]$	Coeficient de corecţie, c $[g / cm^3\ °C]$	Densitatea fe/cm³]	Coeficient de corecţie, c $[g / cm^3\ °C]$
0,810 - 0,827	0,000705	0,872 - 0,911	0,000675
0,828 - 0,838	0,000695	0,912 - 0,978	0,000660
0,839 - 0,853	0,000690	0,979 - 1,030	0,000645
0,854 - 0,871	0,000680		

Observaţie: Pentru combustibilii reziduali, dacă nu se dispune de tabelul de mai sus, se poate folosi pentru coeficientul de corecţie c valoarea 0,00065, *dar nu pentru uz oficial*

Densitatea API, *D.* în calculul unor caracteristici de ardere se foloseşte densitatea combus-tibilului exprimată în grade API (denumirea derivă de la iniţialele Institutului American de Petrol), corelaţia dintre densitatea absolută şi densitatea API fiind cea din tabelul nr. 10.9.

Tabelul 10.9. Corespondenţa densitate absolută ($\rho 15$) şi densitatea API (**DAPI**)

ρ^{15} kg/l	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1	1,01
DAPI	43,1	41,0	38,9	36,9	34,9	33,0	31,1	29,2	27,4	25,6	22,2	18,9	15,8	12,8	9,9	8,5

Măsurarea densităţii absolute se face cu **picnometrul**, determinare destul de **dificilă**. în practică se determină mult mai uşor densitatea relativă cu ajutorul **areometrului (densimetrului)**. Cunoaşterea densităţii combustibililor este importantă nu numai pentru stabilirea stocurilor, ea făcând legătura între volumul şi masa acestora, ci şi pentru determinarea temperaturii de preîncălzire în vederea separării centrifugale, la alegerea corectă a discului gravitaţional.

Densitatea este corelată şi cu calitatea combustibililor prin aceea că produsele de cracare, cu conţinut mare de hidrocarburi aromatice grele şi cu raport mare de C/H, au densităţi mari. Astfel de produse ard lent, cu formare de fum si depuneri în motor.

Prin legătura sa cu raportul dintre carbon şi hidrogen (principalele elemente combustibile) densitatea este criteriul de bază în aprecierea puterii calorifice a combustibililor.

Puterea calorifică (calorific value) exprimă conţinutul energetic al combustibilului şi reprezintă energia degajată prin arderea completă a **unităţii** de masă (1 kg) de combustibil. Ea se exprimă în MJ/kg, dar uneori este exprimată şi în **kcal/kg**; relaţia dintre aceste unităţi este:

$$1\,kcal/kg = 4,184 \cdot 10^{-3}\,MJ / kg.$$

în funcție de starea de agregare în care se consideră apa la sfârșitul procesului de ardere, lichidă sau gazoasă, se definesc puterea calorifică superioară (PCS) și puterea calorifică inferioară (PCI). Diferența dintre acestea reprezintă căldura latentă de **vaporizare** a apei, atât cea conținută de combustibil, cât și cea rezultată din arderea hidrogenului din combustibil.

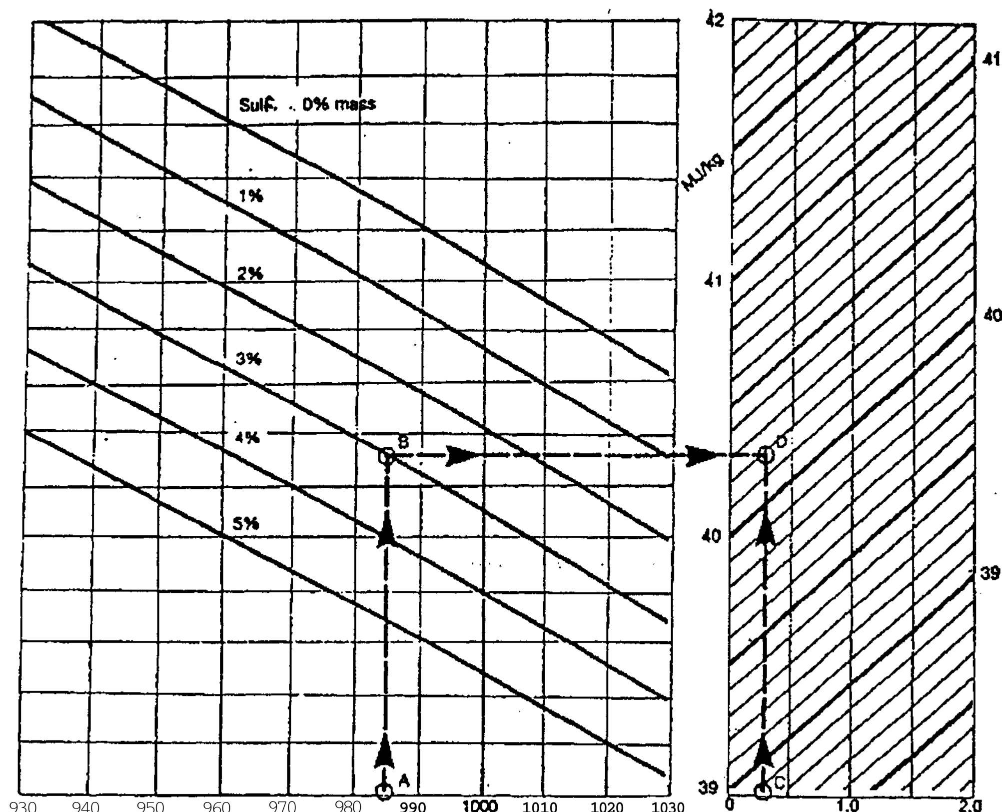


Figura 10.7.

Determinarea puterii calorifice se face cu ajutorul unui **calorimetru**, numit de obicei bombă calorimetrică, măsurându-se cantitatea de căldură degajată prin arderea unei probe de combustibil si acceptată de către apa din calorimetru.

Puterea **calorifică** este dependentă de compoziția combustibilului. Ea nu este controlată din fabricația combustibililor decât indirect, prin intermediul altor proprietăți.

Puterea calorifică poate fi calculată, cu o precizie acceptabilă pentru cazuri curente, cu ajutoarul ecuațiilor:

$$PCS(MJ/kg) = (52{,}19 - 8{,}802\rho^2 \cdot 10^{-6})[1 - 0{,}01(X + Y + S)] + 9{,}42(0{,}01\,S)$$

$$PCI(MJ/kg) = (46{,}704 - 8{,}02\rho^2 \cdot 10^{-6} + 3{,}167\rho \cdot 10^{-3})[1 - 0{,}01(X + Y + S)] + 0{,}01(9{,}42S - 2{,}449X)$$

unde: p - densitatea la 15°C, în kg/m^3;
X - conținutul de apă, în % masă;

Y - cenușa rezultată după ardere, în % masă;

S - conținutul de sulf, în % masă.

Pentru o evaluare rapidă, puterea calorică inferioară poate fi ușor dedusă din fig. 10.7, diagramele trasate derivând din ecuația de mai sus.

Exemplu. Pentru un combustibil cu caracteristicile: ρ^{15} = 985 kg/m^3; X = 0,3 %; Y = 0,05 % si S = 3 % se procedează astfel:

-se notează în punctul A densitatea;

-se ridică o verticală până la intersecția cu linia corespunzătoare concentrației de 3% S, rezultând punctul *B*;

-din *B* se trasează o orizontală ce se intersectează cu verticala dusă din punctul *C* corespunzător conținutului de apă de 0,3%;

-punctul de intersecție obținut, D, este pe linia de 40,2 MJ/kg, aceasta fiind puterea calorifică necorectată (Q);

-valoarea obținută se corectează conform conținutului de cenușă, *Y*, scăzând 0,01.Q.Y din valoarea citită pe grafic (Q).

10.2.4.2. Viscozitatea (Dinamic and kinematic viscosity)

Viscozitatea este proprietatea fluidelor (lichid sau gaz) datorită căreia în interiorul lor iau naștere tensiuni tangențiale ce se opun deplasării straturilor de molecule. Această proprietate se datorează forțelor de frecare internă dintre molecule.

Viscozitatea absolută, dinamică, η, folosită în calcule și proiectare, este greu de determinat, în practică folosindu-se *viscozitatea cinematică, v,* definită astfel:

$$\nu^t = \frac{\eta^t}{\rho^t}$$

în care: η^t - viscozitatea dinamică a produsului, la temperatura /;

ρ^t - densitatea absolută a produsului, la aceeași temperatură.

Unitatea de viscozitate cinematică din Sistemul Internațional, N.s/m^2, este foarte mare, folosindu-se uzual mm^2/s sau centiStokes:

$$1\ mm^2/s = 1\ cSt = 10^{-2}\ St.$$

Viscozitatea cinematică se determină în laboratoare cu ajutorul viscozimetrelor capilare, măsurându-se timpul de scurgere a unui anumit volum de produs printr-un tub capilar calibrat. Determinările se fac la temperaturi etalon de 40°C, 50°C si 100°C, în funcție de valoarea viscozității produsului.

În documentațiile mai vechi de la nave se mai folosesc, pentru caracterizarea curgerii, viscozități convenționale ce poartă denumirea aparatelor cu care se determină și care au ca unități de măsură respectiv: gradul Engler, secundele Redwood și secundele Saybolt. Corelația dintre aceste viscozități si viscozitatea cinematică, determinate la aceeași temperatură, este evidențiată în fig. 10.8. în aceeași figură este prezentată diagrama de variație a viscozității cu temperatura, pentru produse petroliere cu viscozități cuprinse intre 2 si 1000 cSt la 50°C. Ea poate fi folosita pentru:

- determinarea temperaturii optime de depozitare, astfel încât produsul să poată fi pompat;
- determinarea temperaturii de preîncălzire înainte de injecție;

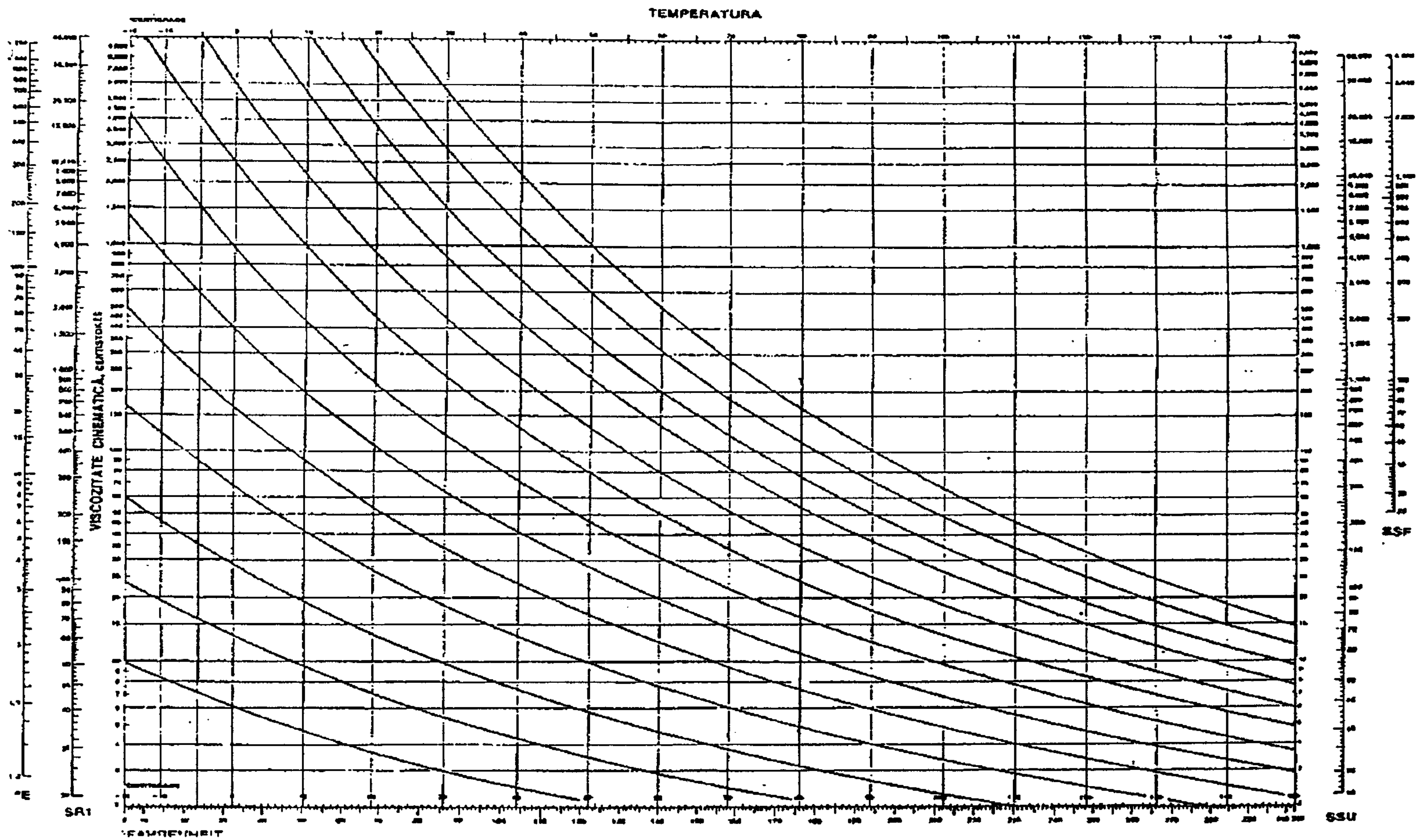


Figura 10.8 . Diagramă de variaţie a viscozităţii combustibililor cu temperatura

- interconversia dintre viscozități ce sunt exprimate la temperaturi diferite.

Viscozitatea poate fi considerată numai parțial ca un criteriu de calitate al combustibililor fiind greșită concepția potrivit căreia combustibilii sunt procurați aproape exclusiv pe criteriul viscozității. Buletinele de analiză ale combustibililor trebuie să conțină toate caracteristicile standardizate pentru a permite inginerului mecanic să-și formeze o imagine de ansamblu asupra calității combustibilului și să-și ia toate măsurile pentru un tratament corespunzător si pentru o ardere cu eficiență maximă.

Viscozitatea influențează în mod special funcționarea pompelor, preîncălzitoarelor, centrifugelor. Arderea este influențată indirect de viscozitate, prin intermediul pulverizării: o viscozitate scăzută la injecție favorizează formarea unui jet de combustibil corespunzător ca penetrabilitate, omogenitate si finețe rezultând un amestec omogen aer - combustibil și asigurându-se condiții optime pentru ardere.

Micșorarea viscozității prin încălzire este puternic dependentă de natura hidrocarburilor componente; temperatura înainte de injecție nu poate fi un criteriu de apreciere a pulverizării corecte ci numai măsurarea efectivă a viscozității, funcționarea corectă a viscozimetrului având importanță deosebită, mai ales în cazul folosirii combustibililor din reziduuri de prelucrare secundară.

Se recomandă ca limite de viscozități:

- maximum 1000 cSt, pentru pompabilitate;
- între 15 si 65 cSt, pentru pulverizarea combustibililor în focarele căldărilor;
- între 8 si 27 cSt, pentru injecția combustibililor în diferite tipuri de motoare.

Micșorarea viscozității unui combustibil rezidual se poate face și prin diluare, dar numai după efectuarea unei probe de compatibilitate (vezi paragraful 10.2.4.15).

în acest caz tabelul 10.10 sau diagrama din fig. 10.9 pot fi folosite după modelul exemplelor de mai jos:

Exemplul 1. Se dorește reducerea viscozității unui combustibil rezidual cu ν^{50} = 420 cSt la ν^{50} = 240 cSt prin diluarea cu un combustibil distilat cu ν^{40} = 8 cSt.

Se folosește tabelul nr.10.10 procedându-se astfel:

- se alege în coloana din dreapta valoarea ν^{40} = 8 cSt ce corespunde valorii ν^{50} = 420 cSt aflată în coloana din stânga;
- se urmărește pe orizontală șirul de valori din dreptul cifrei 8 până când acesta intersectează sinii vertical de valori din dreptul viscozității dorite ν^{50} = 240 cSt;
- se obține cifra 8,6 ce reprezintă procentul de distilat necesar.

Deci pentru a obține 100 t combustibil rezidual cu ν^{50} = 240 cSt se vor folosi: 8,6 t combustibil distilat cu ν^{40} = 8 cSt și 91,4 t combustibil rezidual cu ν^{50} = 420 cSt.

Exemplul 2. Se dorește un combustibil cu ν^{50} = 55 cSt obținut prin amestecarea unor combustibili cu ν_1^{50} = 22 cSt si ν_2^{50} = 100 cSt.

Se folosește diagrama din fig. 10.9, procedându-se astfel:

- se marchează ν_1 și ν_2 pe scalele de viscozități din stânga respectiv dreapta diagramei;
- se unesc cu o linie dreaptă punctele marcate;
- se trasează o orizontală în dreptul valorii dorite ν = 55 cSt și se intersectează cu dreapta obținută anterior;
- se trasează o verticală prin punctul de intersecție obținut și se citesc, pe cele două scale de compoziție, procentele volumetrice ale celor doi combustibili în amestec.

în exemplul cosiderat, pentru 100 m^3 amestec ν^{50} = 55 cSt se vor folosi 65 m^3 combustibil cu ν_2^{50} = 100 cSt și 35 m^3 combustibil cu ν_1^{50} = 22 cSt.

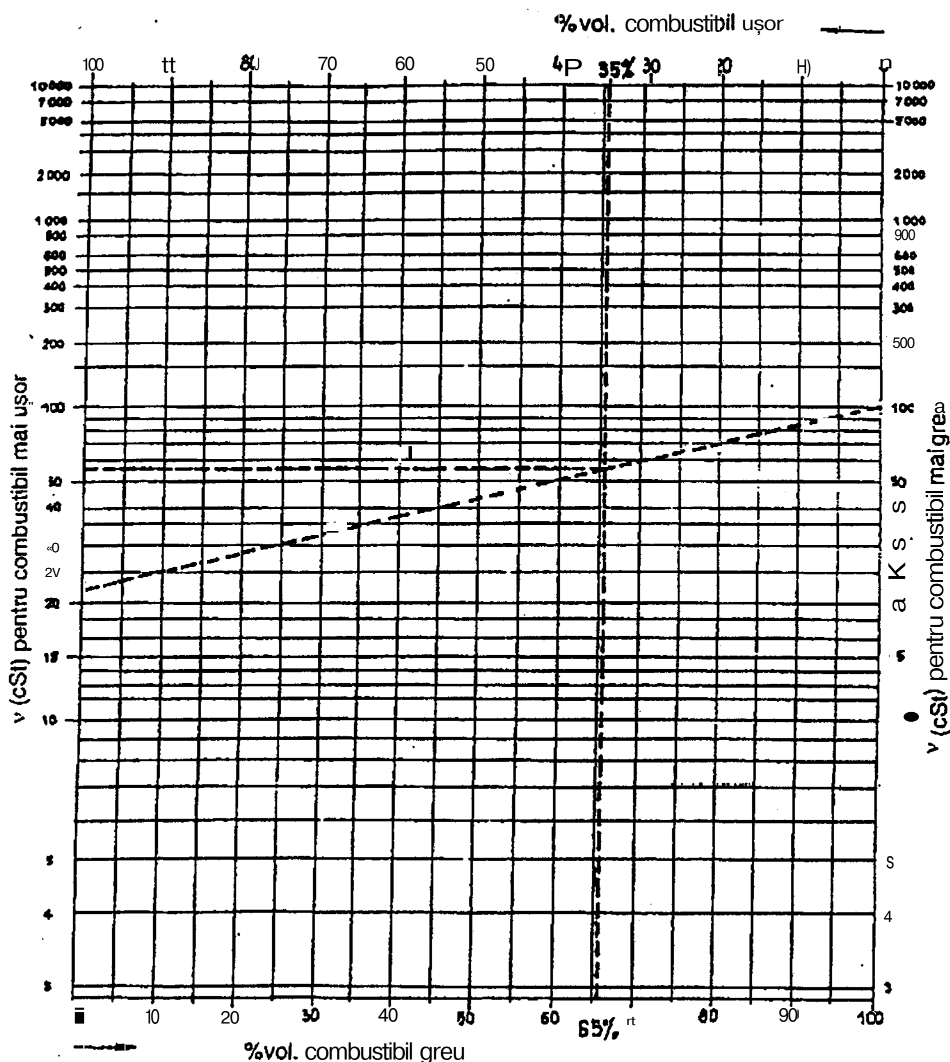


Figura 10.9. Diagramă pentru amestecarea combustibililor

10.2.4.3. Curba de distilare (Distillation)

Curba de distilare reprezintă corelația dintre temperatură și volumul de distilat (de combustibil trecut în stare de vapori) obținut până la anumite temperaturi. Se determină doar pentru combustibili distilați și este dependentă de compoziția combustibilului, de proporția dintre fracțiunile ușoare și grele din combustibil. De pe curba de distilare se limitează, prin

standardele actuale, doar procentul minim di distilat ce fcrabute obţinut până la temperatura de 350° C. Prin aceasta se limitează conţinutul în hidrocarburi grele ce ar putea rămâne în stare lichidă şi ar conduce la arderi incomplete.

Datorită legăturii sale cu compoziţia chimica a combustibilului, curba de distilare este folosită şi în aprecierea calităţilor de ardere, la calcularea indicelui cetanic.

10.2.4.4. Caracteristici de ardere

Aprecierea calităţii arderii combustibililor se face cu ajutorul unor caracterisitici care în ultimă instanţa sunt dependente de natura hidrocarburilor componente ale combustibililor.

Sensibilitatea la autoaprindere a hidrocarburilor creşte cu creşterea numărului de atomi de carbon din moleculă, dar la aceeaşi mărime a moleculei ea scade de la n-alcani la hidrocarburi nafte ice, hidrocarburi aromatice şi izo-alcani.

A. *Combustibili distilaţi*

Cifra cetanică, C.C. (Cetan Number)

Determinarea comportării la autoaprindere şi ardere a combustibililor distilaţi se face prin compararea acesteia cu comportarea la ardere a Unor amestecuri de hidrocarburi considerate etalon.

Drept hidrocarburi etalon s-au ales:

n-cetanul ($C_{16}H_{34}$) hidrocarbură lineară cu mare sensibilitate al autoaprindere, căreia i s-a atribuit cifra cetanică 100;

i-cetanul (heptametilnonan $(CH_3)_7C_9H_{13}$),hidrocarbură cu inerţie mare la aprindere, cu cifră cetanică 15;

α-metil-naftalina(CH_3-$C_{10}H_7$) - hidrocarbură aromatică ramificată, căreia i s-a atribuit cifra cetanică zero.

Comportarea la ardere se urmăreşte pe un motor monocilindric de laborator ce are posibilitatea de â varia şi â controla raportul de compresie şi de â urmări diferiţi parametri legaţi de autoaprindere şi ardere.

Se fac amestecuri de n-cetan cu una din celelalte două hidrocarburi etalon, în diverse proporţii şi se ard în motor. Se notează concentraţiile *a şi b* ale celor două hidrocarburi din amestecul ce â prezentat aceeaşi comportare la ardere cu combustibilul. Cifra cetanică se calculează cu relaţiile:

$$CC \quad a + b.0,15,$$

în care *a* % vol n-cetan şi *b* = % vol i-cetan, dacă amestecul etalon cuprinde aceste două hidrocarburi;

$$CC \quad a$$ [illegible],

în care *a* % vol n-cetan în amestecul etalon realizat cu α-metil-naftalina.

Determinarea cifrei cetanice este greoaie, de aceea, dată fiind relaţia dintre compoziţia chimică, volatilitatea, calitatea pulverizării şi unele proprietăţi fizico-chimice ale combustibililor, acestea din urmă au fost utilizate pentru a calcula nişte indici care să dea informaţii similare celor pe care le oferă cifra cetanică privind comportarea la autoaprindere şi ardere.

Indicele diesel, **I.D.** (Diesel Index)

Indicele diesel se calculează cu relaţia:

$$ID = \frac{D_{API} \times A_{°F}}{100},$$

în care: D_{API} - densitatea combustibilului, în grade *API*;
$A_{°F}$ temperatura de anilină, în *°F*.

Temperatura de anilină este temperatura cea mai joasă la care un amestec de anilină și combustibil devine omogen; ea este cu atât mai ridicată cu cât concentrația n-alcanilor în combustibil este mai mare.

între temperatura de anilină exprimată în grade Celsius și cea în grade Fahrenheit există relația:

$$A_{°F} = A_{°C} \times 1{,}8 + 32$$

Indicele cetanic, **I.C.** (Cetanic Index)

Indicele cetanic se determină în funcție de densitatea combustibilului și temperatura medie de fierbere - temperatura la care se obține 50% distilat - folosind relații empirice sau nomograme trasate pe baza acestor relații. Se observă că în intervalul de valori 30 - 60, cifra cetanică și indicele cetanic iau valori apropiate, ce diferă cu ± 2 unități.

Tabelul 10.11. Corelația între indicele diesel și cifra cetanică

C.C	30	35	40	45	50	55	60
I.D.	24	34	42	49	56	64	72

între indicele diesel și cifra cetanică există corelația din tabelul 10.11; aceste corespondente sunt valabile numai pentru combustibili neaditivați.

În cazul combustibililor aditivati calitatea aprinderii depinde nu numai de parafinicitatea combustibilului ci și de natura și concentrația aditivului, de aceea valorile determinărilor pe motorul de cifră cetanică devin singurele valabile pentru caracterizarea arderii.

Sensibilitatea la autoaprindere determină timpul dintre injecție și începutul arderii (întârzierea la aprindere). Durata întârzierii la aprindere nu trebuie să fie prea mare deoarece cantitatea de combustibil injectat în acest interval de timp fiind mare se favorizează formarea de amestecuri neomogene ce au tendință de ardere incompletă, de cracare și formare de fum. Crește exagerat timpul de pornire, arderile sunt bruște însoțite de creșteri rapide ale presiunii și mers neuniform al motorului. în același timp durata întârzierii la aprindere nu trebuie să fie prea mică pentru a da posibilitatea combustibilului să se vaporizeze înainte de aprindere.

Cifra cetanică ia deci valori optime situate în intervalul 40 - 60 unități.

B. *Combustibili reziduali*

Combustibilii reziduali au un conținut ridicat de hidrocarburi aromatice grele ce au inerție mare la autoaprindre și ardere. Aprecierea calităților de ardere a acestor combustibili se face numai prin intermediul unor indici calculați cu ajutorul unor relații empirice.

Indicele de aromatizare calculat, **C.C.A.I** (inițialele denumirii în limba engleză - Calculated Carbon Aromaticity Index) se calculează cu ajutorul densității, ρ^{15} si viscozității cinematice ν^{50} sau ν^{100}. Cu cât valoarea lui este mai mare cu atât conținutul de hidrocarburi aromatice este mai mare și arderea mai greoaie.

Indicele de aprindere calculat, C.I.I. (Calculated Ignition Index), se determină pe baza acelelorasi caracteristici ca și C.C.A.I, dar valoarea lui este apropiată de a cifrei cetanice și creste cu creșterea sensibilității la autoaprindere.

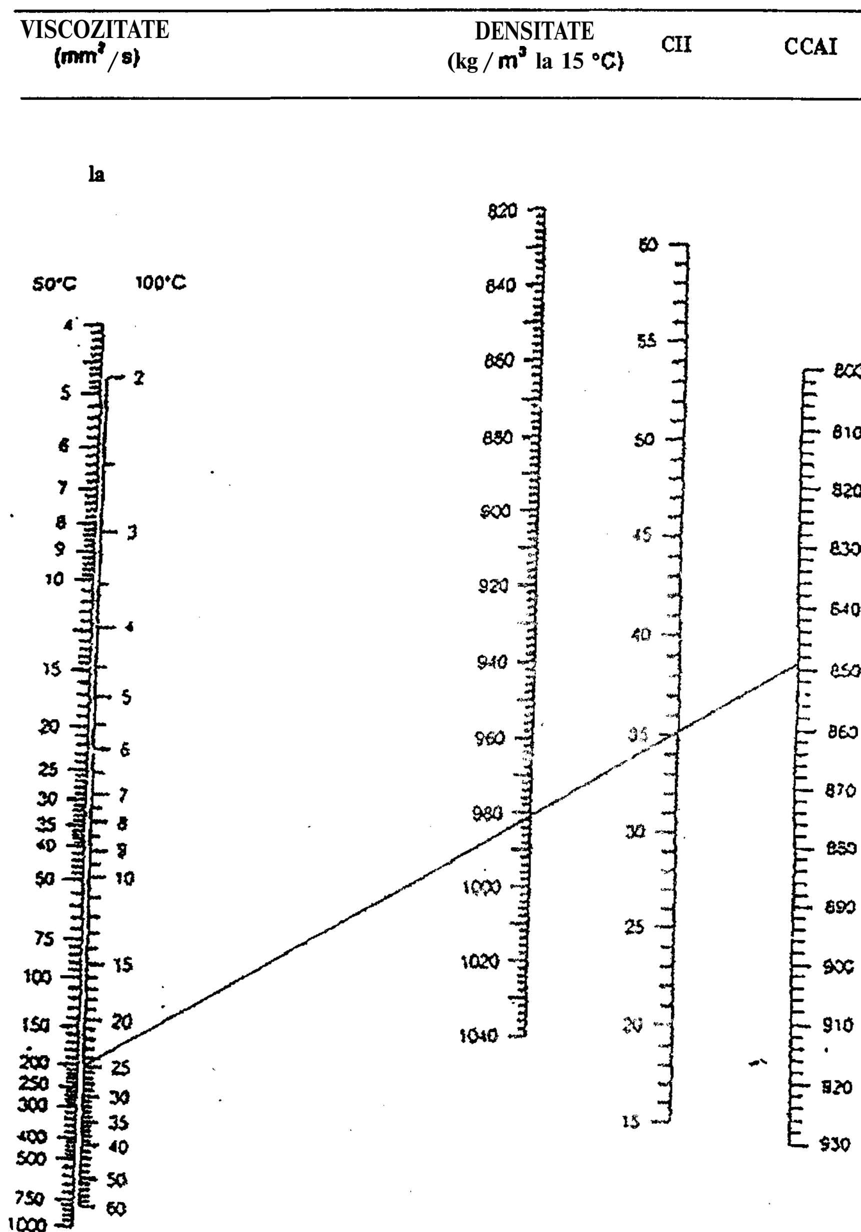


Fig. 10.10. **Caracteristici** de ardere ale combustibililor reziduali

Relațiile empirice de calcul, destul de complexe (vezi SR ISO 8217), stau la baza nomogramelor din **fig. 10.10** ce permit obținerea acestor indici, pe scalele corespunzătoare, prelungind dreapta ce unește valorile densității și viscozității combustibilului.

Exemplu: un combustibil cu ν^{100} = 25 cSt si ρ^{15} 981 kg/m^3, va avea CCAI = 849 și C = 35.

Pe baza aceloraşi caracteristici şi cu ajutorul unor relaţii empirice s-a propus calcularea unei aşa zise "cifră cetanică prezisă" ce ia valori apropiate de cifra cetanică a motorinelor.

Exigenţele de performanţă privind aprinderea combustibililor reziduali sunt mai întâi determinate de tipul de motor şi mai ales de condiţiile de funcţionare. De aceea, până în prezent, nu s-a stabilit prin standarde o limită generală pentru calitatea aprinderii. O valoare necorespunzătoare în cazul unui motor poate fi, în alte condiţii, corespunzătoare. încercările de definire a acestor indici fiind relativ recente, va trebui procurat pe parcurs, de la proiectantul de motoare, un ghid cu valori admisibile privind calitatea aprinderii.

Se apreciază că pentru un CCAI mai mare de 840-860 arderea este necorespunzătoare (Shell recomandă valoarea maximă 880).

Calităţi slabe de ardere au în general combustibilii cu viscozitate mică asociată cu o densitate mare.

10.2.4.5. Reziduul de carbon - cifra de cocs (Carbon Residue)

Reziduul de carbon, determinat după metoda Conradson sau Microcarbon, exprimă, în procente de masă, reziduul obţinut prin arderea unei probe de combustibil în condiţii specifice şi artificiale şi cu acces limitat de aer. El este format în cea mai mare parte din carbon (72 - 92 %) şi asfaltene.

Caracteristica arată tendinţa combustibilului de a forma depuneri carbonoase, dar nu există o corelaţie directă între valoarea acestei caracteristici şi cantitatea de depuneri formate. Formarea depunerilor este puternic influenţată nu numai de calitatea combustibilului ci mai ales de condiţiile de ardere realizate în cilindrul motorului sau în focarul căldării.

în lipsa unei alte caracteristici mai clar legată de cantitatea de depuneri, aceasta se păstrează în continuare în specificaţiile de combustibil. în orice caz, o valoare mare a reziduului de carbon presupune:

- un raport mare C/H în combustibil;
-un conţinut ridicat de asfaltene; acestea scad calităţile de lubrifiere ale combustibilului conducând la blocarea pompelor de combustibil, măresc tendinţa de emulsionare cu apa şi ard lent;
-tendinţă mai mare de formare de depuneri, mai ales când motorul lucrează la sarcini şi temperaturi scăzute.

10.2.4.6. Cenuşa (Ash)

Cenuşa reprezintă reziduul obţinut după arderea completă, în exces de aer, a unei probe de combustibil; ea este constituită în general din oxizi şi/sau sulfaţi şi se exprimă în procente de masă.

Principalele impurităţi ce produc prin ardere cenuşă sunt compuşii argano-metalici (în special cei cu vanadiu); în cenuşă se regăsesc şi substanţele minerale prezente ca impurităţi mecanice în combustibil: particule de catalizator, oxizi metalici proveniţi din coroziunea instalaţiilor, sărurile dizolvate în apa conţinută de combustibil. O mare parte din aceste impurităţi poate fi eliminată prin decantare şi centrifugare corespunzătoare. Unele impurităţi, chiar în concentraţii mici rămase în combustibil, pot genera serioase probleme legate de uzura motorului, de aceea în specificaţiile de combustibil, pe lângă limitele privind cenuşa se impun limite privind conţinutul în aceste impurităţi.

Cenușa ce nu se elimină cu gazele de ardere este inclusă în calamină; oxizii din cenușă îi măresc acesteia duritatea și astfel crește riscul uzurii prin abraziune.

10.2.4.7. Conținutul de vanadiu (Vanadium)

Vanadiul este o impuritate prezentă în combustibil sub formă solubilă, de compus organo-metalic și care nu se poate elimina prin decantare și centrifugare.

Concentrația sa se exprimă în părți per milion (mg/kg).

Vanadiul,dar mai ales asocierea lui cu sodiul, în special în rapoarte Na/V ce depășesc 1/3, conduce la:

-coroziunea supapelor de evacuare, scăpări de gaze pe lângă acestea;

-coroziunea suprafețelor de încălzire ale căldărilor și economizoarelor;

-depuneri dure pe paletele turbosulfantelor.

Aceste probleme sunt mai pronunțate la concentrații ale vanadiului peste 150 ppm. Ele se datorează formării unor compuși cu puncte de topire foarte scăzute. Cel mai nefavorabil este compusul $5Na_2O.V_2O_4.11V_2O_5$ cu punct de topire 534°C și un raport Na/V de 1/2,4. Acești vanadați de sodiu formează cu ceilalți componenți ai cenușii un amestec semi-fluid cu aderență puternică la suprafețele metalice, ce se depune mai ales pe suprafețele de etanșare ale supapelor de evacuare. Ei reacționează cu fierul provocând coroziunea chimică a supapelor.

Dacă o astfel de cenușă, sub formă de vapori, ajunge cu gazele de ardere în turbosulfantă, ea formează, prin răcire și solidificare pe paletele acesteia, depozite extrem de aderente și sticloase.

Evitarea contaminării combustibililor cu apă de mare, ce conțin cantități mari de NaCl, reduce mult din problemele datorate vanadiului.

10.2.4.8. Conținutul de aluminiu plus siliciu (Aluminium plus silicon)

Conținutul de aluminiu plus siliciu limitează concentrația catalizatorilor ajunși în combustibil prin intermediul reziduurilor de cracare.

Se exprimă ca sumă a concentrației celor două metale, în părți per milion (mg/kg).

Oxizii de aluminiu și siliciu apar inevitabil în reziuurile de cracare datorită fărâmițării unor particule de catalizator care, de la diametre de 40... 100 μm ajung la valori sub 10 μm.

Catalizatorii din combustibil pot fi eliminați în proporție de 70-80% prin centrifugare corectă. Totuși, în tancurile de serviciu și filtre se acumulează în timp particulele cu diametre sub 5 μm. Aceste particule antrenate de combustibil conduc la:

- uzura prin abraziune a injectoarelor provocând mărirea cantității de combustibil injectată și dereglarea arderii;

- uzura prin abraziune a cămășii de cilindru, catalizatorii mărind duritatea calaminei.

Uzura abrazivă este mai pronunțată la concentrații ale aluminiului peste 30 ppm, dar până în prezent nu s-a acceptat de către producătorii de combustibil limitarea conținutului de aluminiu ci numai a celui de catalizator (4 $SiO_2.Al_2O_3.H_2O$).

10.2.4.9. Conținutul de apă (Water)

Conținutul de apă se exprimă în procente volumetrice și este limitat prin specificații pentru combustibilii livrați de producător. Totuși, trebuie remarcat că:

-apa nu formează amestecuri omogene cu combustibilul așa că determinarea corectă a conținutului de apă trebuie să se facă pe o probă recoltată prin picurare, pe tot parcursul bunkerării;

-conținutul de apă din combustibilul depozitat se poate modifica prin contaminare (spargerea serpentinelor, infiltrații sau chiar din aer, prin condensarea umidității);

-în tancuri combustibilul se stratifică așa încât la partea inferioară concentrația apei este mai mare decât în straturile superioare.

Efectele apei asupra motorului și instalațiilor sunt:

-la concentrații peste 0,4% vol apa înrăutățește arderea, picăturile de combustibil mai ard la atingerea cilindrului sau capului pistonului provocând solicitări termice deosebite; în concentrații mari poate chiar opri arderea;

-prin conținutul de săruri de sodiu favorizează coroziunea datorată vanadiului;

-la contactul apă/metal se produce coroziunea electrochimică a metalelor, în special a oțelurilor;

-apa emulsionează cu combustibilul îngreunând funcționarea centrifugelor.

Nu trebuie neglijat nici aspectul economic la aprovizionarea cu combustibili cu conținut ridicat de apă deoarece se plătește apa cu prețul combustibilului.

Reducerea conținutului de apă se face prin decantare și centrifugare. In desfășurarea acestor procese un rol important îl joacă densitatea și viscozitatea combustibilului, precum și temperatura de lucru. Ridicarea temperaturii conduce la mărirea diferenței de densitate dintre apă și combustibil permițând separarea acestora.

Eliminarea apei prin centrifugare se poate face prin sistemul clasic doar pentru combustibilii cu densități la 15°C de maximum 991kg/m , cei cu densitate de 1010 kg/m^3 necesitând instalații speciale de separare.

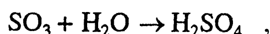
10.2.4.10. Conținutul de sulf (Sulfur)

Sulful este prezent în combustibil sub formă de compuși organici, cu structură complexă, de aceea concentrația acestor impurități se exprimă ca sulf elementar (S).

Sulful se determină prin combustie și se exprimă în procente gravimetrice.

Efectul sulfului asupra arderii este neglijabil. El contribuie la degajarea de energie, dar în măsură mai mică decât hidrocarburile, concentrația de sulf fiind unul din parametrii de calcul ai puterii calorifice.

Principalul efect al sulfului este coroziunea. în timpul arderii sulful se combină cu oxigenul formând SO_2 (dioxid de sulf) și în mai mică măsură SO_3 (trioxid de sulf). Trioxidul de sulf se combină cu apa din gazele de ardere după reacția:



$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 \quad ,$$

acidul sulfuric format fiind extrem de agresiv atunci când condensează pe suprafețele metalice.

Un rol important în prevenirea coroziunii, determinată de acidul sulfuric în motoarele diesel și în căldări, îl au temperatura și excesul de aer. Este necesar să se evite atingerea

temperaturii de rouă a acidului sulfuric. Aceasta se situează între 110°C - 190°C, pentru presiuni de 1 - 200 bar..

Apar probleme numai dacă se lucrează mult timp cu sarcină redusă sau cu temperaturi scăzute ale apei de răcire și ale aerului de baleiere, accentuându-se astfel condensarea umidității.

Reducerea coroziunii în cilindrul motorului se realizează prin folosirea uleiurilor superbazice.

10.2.4.11. Aciditatea combustibililor

Conținutul în acizi minerali - cunoscut mai ales prin denumirea prescurtată din limba engleză, SAN *(Strong Acid Number)* precum și conținutul total de acizi minerali și organici, TAN *(Total Acid Number)* se exprimă prin cantitatea echivalentă de KOH, în mg, ce poate neutraliza acizii minerali, respectiv cantitatea totala de acizi minerali și organici, existenți într-un gram de combustibil.

Este o caracteristică legată de caracterul coroziv al combustibilului distilat și prezintă valori limitative în unele specificații naționale sau de firmă.

10.2.4.12. Punctul (temperatura) de inflamabilitate (Flash point)

Punctul de inflamabilitate este temperatura cea mai scăzută la care, în condiții determinate si la presiune atmosferică de 760 torr , amestecul de vapori și aer de la suprafața produsului se aprinde pentru prima dată în contact cu o flacără deschisă.

Punctul de inflamabilitate este legat de existenta în combustibil a fracțiunilor ușoare, volatile, ce pot forma amestecuri explozive cu aerul, fără însă a fi proporțional cu concentrația acestor fracțiuni. Chiar la concentrații mai mici de hidrocarburi ușoare în combustibili, temperatura de inflamabilitate poate lua valori scăzute deoarece repartiția acestor hidrocarburi în cele două faze (lichid si vapori) se modifică prin încălzire; cantități extrem de mici de fracțiuni ușoare, dar care se vaporizează complet, pot conduce la atingerea limitei inferioare de explozie în amestecul de la suprafața combustibilului.

Natura distilatului cu care se realizează reducerea viscozității reziduurilor, pentru obținerea de combustibili reziduali, influențează foarte mult temperatura de inflamabilitate, de aceea nu este nici o corelație între punctul de inflamabilitate și viscozitatea sau densitatea produsului.

Temperatura de inflamabilitate caracterizează gradul de siguranță contra incendiului în timpul depozitării, preîncălzirii în vederea purificării și în general la operarea cu combustibil în sisteme deschise. Este improtantă menținerea temperaturii sub punctul de inflamabilitate, de aceea este necesară cunoașterea lui exactă si nu faptul că se găsește peste limita standardizată (peste 60°C) așa cum apare uneori în buletinele de analiză.

10.2.4.13. Punctul (temperatura) de tulburare (Cloud point)

Punctul de tulburare reprezintă temperatura cea mai ridicată la care, în condiții determinate, apar primele cristale de parafină.

Caracteristica se determină numai pentru combustibilii distilați și este legată de utilizarea acestora la temperaturi **scăzute.** în aceste **condiții** parafinele, ce au cele mai ridicate temperaturi de cristalizare, trec în fază solidă și vor fi reținute de filtre; pe lângă **înfundarea** filtrelor se pierd și componentele cele mai valoroase din punct de vedere al arderii.

10.2.4.14. Punctul (temperatura) de curgere (Pour point)

Temperatura de curgere (pour point) este temperatura cea mai scăzută la care, în condiții determinate, combustibilul mai curge.

Mobilitatea combustibilului (curgerea) este dependentă de formarea de rețele cristaline, în general costituite din hidrocarburile mari, **parafinice,** care pot imobiliza în ochiurile lor hidrocarburile cu molecule mici, rămase lichide.

Deci un punct de curgere ridicat indică, de obicei, un conținut ridicat de parafine, care din punct de vedere al combustiei este un avantaj. Totuși, punctul de curgere este de deosebită importantă pentru depozitarea și manipularea combustibilului, care trebuie să se facă la o temperatură cu 5-10 grade peste temperatura de curgere pentru a evita congelarea produsului în conducte.

Punctul de congelare poate fi și o limita pentru **pompabilitatea** combustibilului.

10.2.4.15. Sedimente (Sediment)

Sedimentul reprezintă reziduul obținut pe un material filtrant, atunci când combustibilul este tratat în anumite condiții.

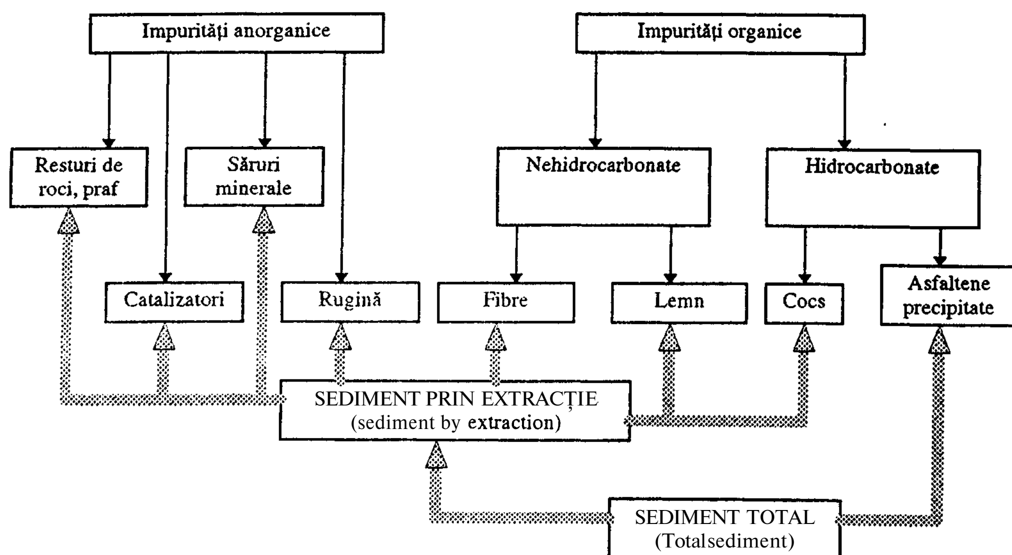


Fig. 10.11. Compoziția sedimentelor obținute din **combustibil**

El se exprimă în procente şi se determină prin două metode:

-*sediment prin* ***extracţie***, folosit la caracterizarea combustibililor distilaţi;

-***sediment total***, *existent* sau *potenţial* (obţinut după îmbătrânirea artificială a combustibilului). Această caracteristică dă **informaţii** privind stabilitatea în timp a combustibililor reziduali şi tendinţa lor de formare de depuneri în timpul depozitării. Se determină prin proba de filtrare la cald.

în funcţie de solvenţii folosiţi în cele două metode, compoziţia **sedimentului** este diferită (fig. 10.11). Sedimentul prin extracţie dă informaţii mai ales privind impurităţile ce duc la uzură prin **abraziune**. Prin proba de filtrare la cald se obţin informaţii privind formarea depunerilor asfaltoase în timpul depozitării combustibililor reziduali la temperaturi ridicate.

Particulele (micelele de asfalt) sunt menţinute în suspensie **coloidală** de către răşini. Răşinile au consistenţă semilichidă până la solidă, sunt neutre şi solubile în alcanii inferiori, având deci acţiune **peptizantă** pentru asfaltene (fig. 10.12). Expuse timp îndelungat la calci şi în prezenţa oxigenului, răşinile suferă un proces de îmbătrânire, cu mărirea raportului C/H şi transformarea lor în asfaltene insolubile, casante, solubile doar în benzen şi hidrocarburi aromatice mici.

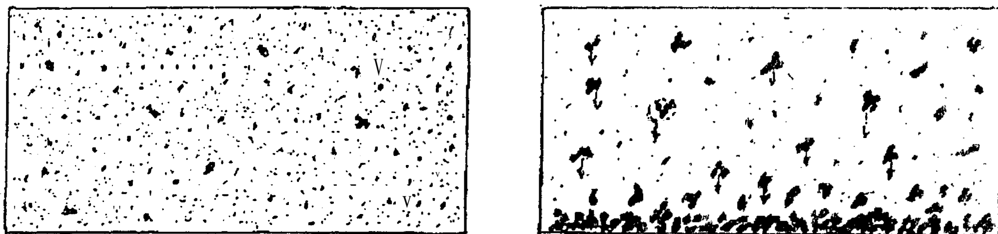


Fig. 10.12 îmbătrânirea combustibililor **reziduali**.

Precipitarea asfaltenelor se poate realiza si prin schimbarea naturii fazei lichide, prin diluarea cu combustibili distilaţi, prin amestecarea cu combustibili reziduali ce conţin cantităţi mari de hidrocarburi **parafinice** (combustibili de prelucrarea primară) şi prin contaminare cu apă.

Amestecarea combustibililor la bordul navelor este permisă numai în următoarele condiţii:

-după efectuarea probei de compatibilitate cu ajutorul truselor portabile de analiză;

-dacă se dispune de instalaţii corespunzătoare de omogenizare.

în lipsa posibilităţii de a efectua proba de compatibilitate se recomandă ca doi combustibili să nu se amestece decât în proporţii maxime de 20% respectiv 80% (mai sigur 10% cu 90%).

10.2.5. Specificaţii de combustibili navali

Limitarea valorilor caracteristicilor combustibililor pentru ca efectele negative datorate calităţii combustibililor să fie minime, se realizează prin standarde internaţionale, standarde naţionale sau specificaţii de firmă.

Standardul internațional ce trebuie respectat de toți cei ce livrează combustibili este de ISO 8217:1996. Limitele impuse prin acest standard pentru caracteristicile combustibililor reziduali s-au stabilit pe baza "Recomandărilor privind cerințele pentru combustibilii reziduali pentru motoare diesel" ale CIMAC[1] (International Council on Combustion Engines).

Standardul român SR ISO 8217:1995[2], standardul britanic BS MA 100:1989[3], precum și unele specificații de firmă, de exemplu: Shell Marine Fuel Specification[4], Mobil Fuel Specification[5], Castrol Fuel Specification[6], Exxon Marine Specification[7], au limitele stabilite pe baza standardului ISO 8217. In unele specificații de firmă apar diferențe determinate de garantarea unei calități superioare celei pervăzute de ISO 8217:1996 și se introduc limite pentru unele caracteristici ce nu sunt incluse în standardul internațional.

Tabelul 10.12. **Specificația combustibililor navali distilați (ISO 8217: 1996)**

Caracteristica	Limita	Clasificare **ISO-F**				Specificații cu valori diferite **față** de ISO 8217:1996
		DMX	DMA	DMB	DMC	
Aspect	–	clar	clar	–	–	
Densitate la 15°C, kg/m³	max	–	890,0	900,0	920,0	(4),(5)
Viscozitate cinematică la 40°C, mm²/s	min max	1,40 5,50	1,50 6,00	– 11,0	– 14,0	(4),(5) (4),(5)
Punct de inflamabilitate, °C	min	43	60	60	60	–
Punct de curgere, °C -iarna -vara	 max min	 – –	 -6 0	 0 6	 0 6	(4),(5)
Punct de tulburare, °C	max	-16	–	–	–	
Sulf, %(g/g)	max	1,0	1,5	2,0	2,0	(4),(5)
Indice cetanic	min	45	40	35	–	(4),(5)
Reziduu de carbon (micro), %(g/g) la 10 % reziduu	max	0,30	0,30	–	–	(3),(4),(5),(6),(7)
Cenușă, % (g/g)	max	0,01	0,01	0,01	0,05	(4)
Sediment, %(g/g)	max	–	–	0,07	–	(4),(5)
Sediment total potențial, %(g/g)	max	–	–	–	0,10	(2),(3),(5),(6),(7)
Apă, %(g/g)	max	–	–	0,3	0,3	(4),(5)
Vanadiu, mg/kg	max	–	–	–	100	
Aluminiu plus siliciu, mg/kg	max	–	–	–	25	
Aciditate minerală, mg KOH/g	max	–	–	–	–	(4),(5)
Aciditate totală, mg KOH/g	max	–	–	–	–	(4),(5)
Distilat până la 350°C, %(V,V)	min	–	–	–	–	(4)

Observații: Specificațiile (4) și (5) iau valori ușor diferite, dar în avantajul calității combustibililor. Reziduul de carbon - metoda micro - și sediment total potențial au fost introduse în ISO 8217 din 1996.

10.2.6. Aditivi pentru combustibili navali

Aditivii pentru combustibili reprezintă o alternativă modernă pentru contracararea efectelor negative determinate de calitatea tot mai scăzută a combustiblilor reziduali. Folosirea lor conduce la însemnate economii legate de exploatarea și repararea motoarelor și ușurează simțitor munca personalului de exploatare.

Tabelul 10.13. Specificaţia de combustibili navali reziduali (ISO 8217:1996)

Caracteristica	Lim																Specificaţii cu valori diferite **faţă de** ISO 8217:1996
		Categoria - **CIMAC**															
		A10	**B10**	**C10**	D15	E25	F25	G35	H35	K35	H45	K45	-	H55	**K55**	–	
		Categoria - **ISO-F**; BSMA 100															
		RMA 10	RMB 10	RMC 10	RMD 15	RME 25	RMF 25	RMG 35	RMH 35	RMK 35	RMH 45	RMK 45	RML 45	RMH 55	RMK 55	RML 55	
Densitate la **15°C, kg/m³**	max	975	981		985	991		**991**		1010	991	1010	–	991	1010	–	1,3,4,5,6,7
Viscozitate cinematică la **100°C, mm²/s**	max	10			15	25		35			45			55			1,4
Punct de **inflamabilitate**	min	60			60	60		60			60			60			4
Punct de curgere, °C:																	1,4
-iarna	max	0	24		30	30		30			30			30			
-vara	max	6	24		30	30		30			30			30			
Reziduu de carbon, % (g/g)	max	10		14	14	15	20	18	22		22		–	22		–	4,5
Cenuşă, % (g/g)	max	0,1			0,1	0,1	0,15	0,15	0,2		0,2			0,2			1,4,5
Apă, % **(V/V)**	max	0,5			0,8	1,0		1,0			1,0			1,0			4
Sulf, % (g/g)	max	3,5			4,0	5,0		5,0			5,0			5,0			4,5
Vanadiu, **mg/kg**	max	150		300	350	200	500	300	600		600			600			4,5
Aluminiu plus siliciu, **mg/kg**	max	80			80	80		80			80			80			4
Sediment total, potenţial, **%(g/g)**	max	0,1			0,1	0,1		0,1			0,1			0,1			2,3,6,7

Observaţie. -Sediment **total** potenţial a fost introdus în specificaţii de SHELL, apoi din 1996 de ISO 8217, SR ISO 8217:1995 prevede sediment existent;
-Valorile diferite pentru celelalte caracteristici sunt în general în favoarea calităţii.

Aditivii sunt substanțe care, introduse în combustibili în **concentrații** mici (de ordinul un litru la câteva tone sau chiar zeci de tone), reduc semnificativ efectul anumitor impurități din combustibili.

Aditivi pentru mărirea ***stabilității.*** Acești aditivi sunt substanțe **tensio-active,** cu calități **dispersante** și detergente. Ei previn formarea de sedimente, dizolvând chiar pe cele formate înainte de tratare; mențin omogenitatea combustibililor stabilizând dispersiile existente; mențin întreg sistemul de combustibil curat (tancuri, **preîncălzitoare,** centrifuge, filtre, **etc.**); reduc riscul precipitării **asfaltenelor** la amestecarea **combustiblilor.** La folosirea lor se obține și o îmbunătățire a arderii.

Aditivi pentru îmbunătățirea arderii. Aceștia sunt în general amestecuri de substanțe, solubile în combustibili, cu rol de catalizatori ai reacției de ardere. Ei reduc energia reacției de **oxidare,** arderea devine mai completă, rezultând cantități mai mici de depozite carbonoase și fum.

Modificatori de cenușă. Sunt compuși **organo-metalici** ce reacționează cu vanadiul, sodiul și sulful schimbând compoziția cenușii și deci temperatura de topire a acesteia. Se formează o cenușă cu temperatură de topire ridicată, ce se elimină ușor cu gazele. Modificatorii de cenușă reduc depozitele din camera de ardere, de pe ferestrele de baleiere, supape, **turbosulfante** precum și coroziunea supapelor de **evacuare.** în plus, datorită blocării **vanadiului,** ce acționează catalitic în oxidarea SO_2 la SO_3 și a caracterului bazic al aditivilor se reduce și acțiunea **corozivă** a acidului sulfuric asupra suprafețelor cu temperaturi joase. Unele produse comerciale pot conține amestecuri de substanțe, uneori cu acțiune **sinergetică,** ce modifică cenușa îmbunătățind în același timp și arderea.

Aditivi pentru eliminarea funinginii de pe suprafețele cu temperaturi scăzute. Rolul acestor aditivi este menținerea curată a suprafețelor de transfer termic în caldarinele recuperatoare și pe traseele de **evacuare** a gazelor. Acest lucru se realizează prin reducerea temperaturii de oxidare a depunerilor rezultate prin arderea incompletă a combustibililor. Depunerile devin friabile, **neaderente** și se elimină ușor cu gazele de ardere.

La tratarea combustibililor cu aditivi o importanță deosebită o are respectarea instrucțiunilor firmelor producătoare privind dozele și locul de adăugare.

10.2.7. Modalități de remediere a efectelor negative ale caracteristicilor combustibililor

Deși la aprovizionarea cu combustibil trebuie să se respecte indicațiile constructorului motorului precum și specificațiile de combustibil, totuși, pot apare situații când valorile unor caracteristici se află în apropierea limitelor admisibile sau chiar le depășesc. în unele cazuri aceste limite pot fi depășite prin manipulare sau depozitare necorespunzătoare.

în tabelul 10.14 sunt evidențiate problemele generate de aceste situații și măsurile corective ce pot fi luate la bordul navelor.

Tabelul 10.14. **Modalități** de remediere a efectelor negative ale caracteristicilor **combustibililor**

Caracteristica	Natura problemei	Remedii
0	1	2
Densitate	Posibilitatea separării apei: apă de mare; apă dulce. Uzuri mari și depuneri.	Alegerea corespunzătoare a parametrilor de lucru a centrifugei permițând separarea apei de mare până la densități de 991 - 994 kg/m^3 La densități peste 991 kg/m^3 până la 1010 kg/m^3 sunt necesare sisteme speciale de separare (FOPX). Diluarea cu combustibili cu densitate redusă (dacă sunt compatibili).

Tabelul 10.14 (continuare)

0	1	2
Viscozitate	Variaţii de viscozitate pentru combustibili din tancuri diferite. Presiune mare în sistemul de injecţie. Pulverizare necorespunzătoare; suprasolicitare termică; ardere incompletă.	Recircularea şi transferul combustibilului dintr-un tanc în altul pentru omogenizare. Menţinerea corectă a temperaturii combustibilului în tot sistemul şi pe toată durata funcţionării. Reducerea viscozităţii prin diluarea (dacă sunt compatibili).
Punct de inflamabilitate	Pericol de explozie la manipulare şi depozitare.	încălzirea combustibilului în instalaţii deschise sub temperatura de inflamabilitate cu 10 °C. Evitarea producerii scânteilor în atmosfera bogată în vapori de combustibili.
Punct de tulburare	Îmbâcsirea filtrelor. Depuneri de parafină în instalaţie.	Menţinerea temperaturii peste punctul de tulburare în instalaţiile neîncălzite.
Punct de congelare	Posibilitatea congelării pe conducte. Probleme la depozitarea şi manipulare la temperaturi scăzute, mai ales în instalaţii neîncălzite.	Menţinerea temperaturii cu 5-10°C peste temperatura de congelare. Purjarea conductelor după bunkerare. Folosirea de aditivi depresanţi pentu îmbunătăţirea arderii.
Reziduu de carbon	Depuneri în camera de ardere şi traseele de evacuare a gazelor. Formare de fum. Aedere lentă, incompletă. Reducerea randamentului. Uzură prin abraziune.	Temperatură ridicată a aerului de baleiere şi al apei de răcire, mai ales la sarcini reduse. Folosirea de echipamente speciale de injecţie la sarcini reduse. Reglarea avansului la injecţie. Folosirea de uleiuri detergente şi dispersante. Folosirea de aditivi pentru îmbunătăţirea arderii.
Cenuşă, Aluminiu + Siliciu	Uzură abrazivă	Reducerea cu 70-80% a impurităţilor solide prin decantare, centrifugare, filtrare corespunzătoare.
Vanadiu	Depuneri pe turbosuflante, supape de evacuare. Uzură corozivă a capului pistonului şi supapelor de evacuare.	Menţinerea concentraţiilor maxime admisibile pentru fiecare metal şi a raportului dintre ele: Al: max. 30 ppm; Na: V mai mic decât 1:3. Răcirea corespunzătoare a pistoanelor şi supapelor. Evitarea contaminării cu apă de mare. Diluarea cu combustibili cu conţinut redus de Al+Si sau V (dacă sunt compatibili). Folosirea de aditivi modificatori de cenuşa (pentru eliminarea efectelor vanadiului).
Apă	În cantităţi mari înrăutăţeşte arderea. Coroziuni mari în tancuri, sistemul de tratare combustibil. Aport ridicat de sodiu ce conduce la coroziune, mai ales împreună cu vanadiu. Prin emulsionare cu combustibilul reduce posibilitatea de separare. măreşte suprasolicitarea termică. Posibilitate de evaporare în sistemul de alimentare cu combustibil. Favorizează precipitarea asfaltenelor cu formare de sedimente.	Evitarea contaminării cu apă, mai ales cu apă de mare. Decantare la temperatură cât mai ridicată (cât permite temperatura de inflamabilitate). Stabilirea corectă a parametrilor la separare (temperatură de preîncălzire, densitate, viscozitate). Introducerea de aditivi în tancul de sedimentare pentru spargerea emulsiei. Reduceera ratei de alimentare a centrifugii, atunci când apa este emulsionată; separatoarele vor lucra în paralel. Ridicarea presiunii în pompa de combustibil pentru evitarea vaporizării apei.

Tabelul 10.14 (continuare)

0	1	2
Caracteristici de ardere: CC, IC, ID, CCAI, CII	Greutăți la pornirea motorului. Întârziere la aprindere. Ardere incompleta. Funcționare dură a motorului. Formare de depuneri. Randament redus.	Folosirea de combustibili corespunzători (motoare rapide). Ridicarea temperaturii aerului da baleiere la mersul la sarcini reduse. Creșterea raportului de compresie. Folosirea de aditivi pentru îmbunătățirea arderii.
Sulf	Coroziunea suprafețelor cu temperatură scăzută	Folosirea uleiurilor de cilindru cu TBN adecvat conținutului de sulf. Îmbunătățirea distribuției uleiului și alimentarea cu ulei în cantități corespunzătoare. Menținerea temperaturilor în zona de combustie peste temperatura de rouă a H_2SO_4 prin reglarea temperaturii apei de răcire la 65-70°C (să nu coboare sub 50°C).
Sediment total (stabilitate)	Stratificarea combustibililor în tancuri și depuneri de sedimente. Colmatarea preîncălzitoarelor și nerealizarea temperaturilor de separare și injecție. Blocarea centrifugelor și injectoarelor. Ardere lentă și incompletă. Ruperea filmului de ulei și înrăutățirea ungerii.	Aprovizionarea de combustibili pentru care sedimentul total potențial (după îmbătrânire) este sub 0,1% (testul șă fie inclus în buletinul de analiză). La bunkerare stabilite de la început debitele de pompare pentru obținerea unui amstec omogen, recoltarea de probe martor prin picurare, pe tot parcursul bunkerării. La bord. evitarea amestecării combustibililor diatilați cu reziduali sau doi combustibili reziduali de proveniențe diferite; efectuarea probei de compatibilitate în cazul amestecării obligatorii; descărcarea centrifugii la intervale mici de timp; folosirea de aditivi pentru mărirea stabilității.

10.3. Lubrifianți navali

10.3.1. Generalități

Lubrifianții folosiți în motoare și mecanisme trebuie să îndeplinească multiple funcții:

- de ungere - de reducere a frecărilor dintre piesele în mișcare relativă;
- de răcire - de preluare a unei cantități însemnate de căldură rezultată din frecare sau din arderea combustibililor în motoare;
- de etanșare a spațiului de combustie;
- de a preveni si reduce uzura corozivă si abrazivă a pieselor;
- de a preveni formarea depunerilor si de a menține curate suprafețele metalice.

Lubrifiantii trebuie să fie stabili într-un domeniu mare de temperatură si presiune, să aibă o rezistență mare la oxidare pentru a-și menține proprietățile un timp cât mai îndelungat.

Principalii lubrifianti sunt uleiurile minerale. Acestea sunt lichide la temperatura ambiantă și sunt folosite atât la ungerea cilindrilor motoarelor cât și a mecanismelor.

În cazul mecanismelor caracterizate prin presiuni mari și viteze de deplasare ale pieselor relativ reduse se folosesc unsori consistente. Acestea sunt produse de consistență semifluidă până la solidă obținute prin dispersia unor agenți [illegible] în uleiuri minerale. Unsorile se folosesc în locul uleiurilor fluide numai atunci când construcția și/sau condițiile de lucru face imposibilă sau neeconomică folosirea uleiurilor.

Dezvoltarea construcțiilor navale în ultimul deceniu, determinată în special de calitatea combustibilului și reducerea cheltuielilor totale de întreținere a navelor, a condus nu numai la creșterea necesarului de ulei (a suprafețelor ce trebuie lubrifiate) dar și la mărirea solicităriilor asupra peliculei de lubrifianți, în special pentru uleiurile de cilindru ce trebuie să lucreze la presiuni și temperaturi ridicate, în aceste condiții hidrocarburile componenete ale uleiurilor suferă modificări chimice, rezistența la oxidare fiind dependentă de natura hidrocarburilor.

Concomitent cu dezvoltarea motoarelor si modificarea tehnologiei de prelucrare a țițeiului s-a impus și perfecționarea tehnologiei de obținere a uleiurilor minerale.

10.3.2. Obținerea si compoziția uleiurilor minerale.

Majoritatea uleiurilor actuale sunt constituite din uleiuri de bază și aditivi.

10.3.2.1. Uleiuri de bază

Compoziția uleiurilor de bază depinde de natura materiei prime si procesele de prelucrare. Distilatele grele obținute de la prelucrarea țițeiului (vezi fig. 10.5) sunt supuse unor prelucrări fizice și chimice de rafinare (fig. 10.13) obținându-se trei fracțiuni de uleiuri de bază: ulei neutral 150, ulei neutral 500 și brightstock, ce corespund claselor de viscozitate SAE 10, 30 si respectiv 50.

Uleiurile astfel obținute pot fi folosite, în anumite condiții, ca uleiuri simple sau constituie uleiuri de bază pentru obținerea uleiurilor aditivate. Ele sunt constituite în principal din hidrocarburi dar pot conține și urme de compuși cu alte elemente (cu S, O, N)

Raportul hidrocarburilor parafinice, naftenice, aromatice depinde de natura distilatului si de intensitatea hidrogenării (prin hidrotratare se desfac unele cicluri aromatice si naftenice si se hidrogenează legăturile nesaturate).

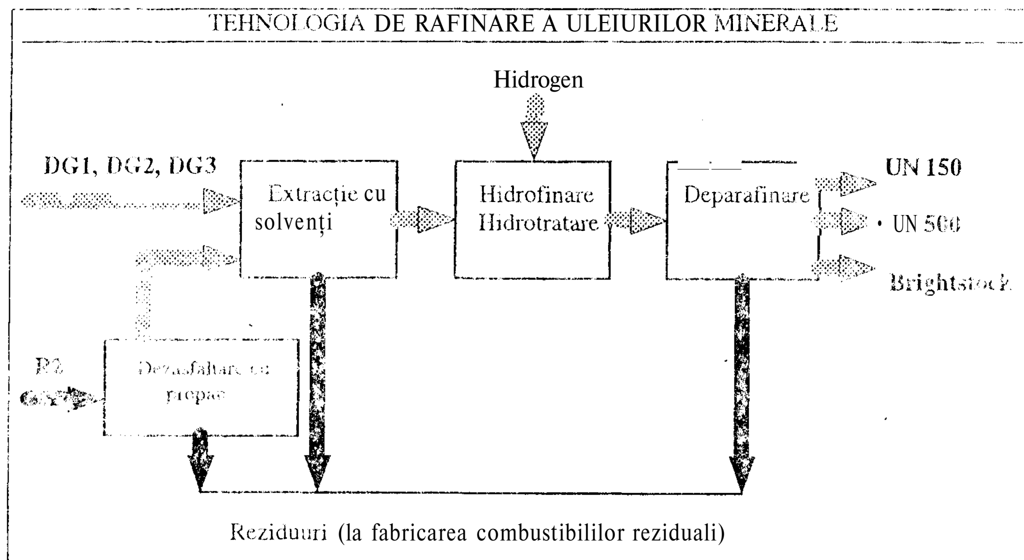
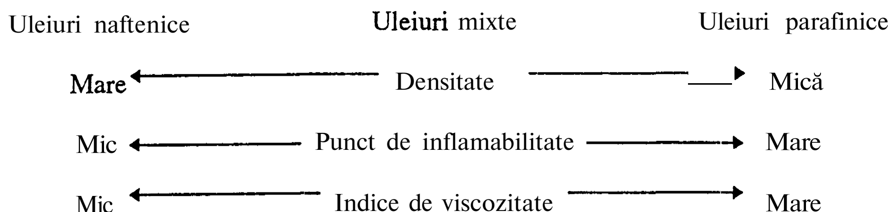


Fig. 10.13. Obținerea uleiurilor de bază

în general uleiurile sunt de trei tipuri, după preponderența unui anumit tip de **hidrocarburi: parafinice, naftenice** și mixte. Ele se disting prin valorile diferite ale unor **caracterisitici:** densitate, punct de **inflamabilitate** și indice de viscozitate, uleiurile mixte având valori intermediare între cele ale uleiurilor naftenice și parafinice.



Uleiurile cu conținut mare de **brightstock** conțin însemnate cantități de hidrocarburi aromatice, cu LV. mic; stabilitate redusă la **oxidare** și tendință de formare de depuneri, tendință ridicată de **emulsionare.**

10.3.2.2. **Aditivi** pentru uleiuri minerale

Comportarea uleiurilor de bază poate fi influențată prin aditivare, dar trebuie reținut că ele nu transformă un ulei de bază necorespunzător într-un ulei finit de calitate. Deci, înainte de aditivare, uleiurile de bază trebuie să corespundă unor cerințe severe de calitate pentru a **fi** susceptibile la aditivare.

Aditivii sunt compuși chimici, naturali sau sintetici, ce îmbunătățesc anumite caracteristici sau conferă uleiurilor finite proprietăți noi. în majoritatea cazurilor în același ulei se introduc mai multe tipuri de aditivi, care au uneori efecte sinergetice. Principalele tipuri de aditivi ce pot fi introduse în uleiuri sunt cele din tabelul 10.15.

Tabelul 10.15. Tipuri uzuale de aditivi pentru uleiuri minerale

Aditivi	Scopul utilizării	Mecanism de acționare
0	1	2
Inhibitori de oxidare	întârzie degradarea **oxidativă** a uleiurilor	Descompun **peroxizii,** întrerup **lanțurile** de oxidare, pasivizează metalele.
Inhibitori de coroziune	Previn atacul contaminanților **corozivi** asupra pieselor metalice	Neutralizează compușii acizi, acoperă suprafețele metalice cu film de protecție, blochează catalizatorii de oxidare.
Aditivi **antirugină**	**Protejează** piesele de oțel și fontă contra **ruginirii**	Se adsorb pe suprafețele metalice întrerupând **con-tactul** cu apa, neutralizează acizii.
Detergenți	Previn formarea depunerilor pe **suparfețele** calde	Reacționează cu compușii de oxidare formând produse solubile în ulei.
Superbazici	Previn coroziunea acidă	Conferă uleiurilor **alcalinitate** ce neutralizează acidul sulfuric format la ardere.
Dispersanți	Mențin compușii insolubili în suspensie în ulei	Moleculele dispersantului se leagă cu partea polară de particula de murdărie, iar restul **hidrocarbonat** al **mole-culei** asigură **solubilitatea** în ulei. Particulele sunt menținute în suspensie și împiedicate să se depună.
Anti**spumanți**	Previn formarea de spumă stabilă	Micșorează tensiunea superficială a filmului de ulei permițând **bulelor** de aer să se unească între ele și să se separe repede de ulei.

Tabelul 10.15 (continuare)

0	1	2
Amelioratori de indice de viscozitate	Reduc **variaţia viscozităţii** cu temperatura	Aditivii **au,** la temperaturi **scăzute,** molecule în formă de spirală; acestea se îndreaptă la cald mărind viscozitatea **uleiului.**
Depresanţi	Coboară punctul de congelare şi de curgere	**Împiedică** formarea cristalelor mari de parafină prin acoperirea **cristalelor** mici sau prin **cristalizarea împre-ună** cu parafinele.
Aditivi pentru **onctuozitate**	Măresc aderenţa peliculei de ulei la **suprafaţa** metalică	Substanţele se orientează cu **grupele** polare spre suprafaţa metalului stabilind forţe de **atracţie** puter-nice, de natură electrostatică. Se formează straturi limită puternic aderente la metal ce rămân ataşate chiar când suprafeţele sunt în repaus şi presiunile mari.
Aditivi pentru extremă presiune	Previn **gripajul** la **presiuni** mari	Aditivii reacţionează chimic cu metalul, numai la **depăşirea** unor **presiuni** foarte mari, formând compuşi ce asigură ungerea în locul **uleiului** expulzat dintre suprafeţe.

Din punct de vedere chimic aditivii sunt:

- compuşi polari: aditivii **antirugină, detergenţii, dispersanţii,** aditivii pentru onctuozitate, **antioxidanţii;**
- polimeri: **amelioratorii** de indice de viscozitate, **antispumanţii,** dispersanţii, **depresanţii;**
- compuşi chimici activi: aditivii pentru extremă presiune.

în uleiurile folosite la presiuni mari se folosesc şi *adaosuri solide:* grafit coloidal, sulfura de molibden, talc. Acestea se **prezintă** sub formă de lamele cu dimensiuni mici **(0,1** + **10** µm) ce se dispersează uniform în ulei cu ajutorul unor agenţi **dispersanţi.**

10.3.3. Clasificarea uleiurilor minerale

Criteriul de clasificare adoptat de majoritatea societăţilor de standardizare, a celor producătoare sau **utilizaoare** de uleiuri minerale este domeniul de utilizare.

Uleiurile destinate unui anumit domeniu de utilizare sunt la rândul lor **diferenţiate** pe baza unor criterii precum: viscozitatea, severitatea condiţiilor de lucru, gradul de **aditivitate** etc.

A. STAS 871-81 împarte uleiurile minerale **în** zece tipuri, după domeniul de utilizare, dintre care reţinem:

Uleiurile pentru motoare termice. Acestea sunt diferenţiate după tipul de motor. Uleiurile pentru nave se notează cu litera *N* urmată de: *L* (ulei pentru lagăre), *S* (ulei de sistem) sau *C* (ulei de cilindru). Literele sunt urmate de clasa de viscozitate SAE şi cifra de **bazicitate** totală **(TBN).**

Exemplu: Ulei NC 50-70 - ulei de cilindru pentru motoare pentru nave, clasa de viscozitate SAE 50, cu cifră de bazicitate 70 mg **KOH/g.**

*Uleiurile pentru transmisiile **autovehiculelor.*** Acestea se notează cu litera *T* urmată de clasa de viscozitate SAE.

Uleiurile pentru utilaje industriale. Acestea se notează cu una sau mai multe majuscule, în funcţie de domeniul de utilizare: *L* - lagăre; *Tb* - turbine: *F* - instalaţii frigorifice; *R* - trolii şi cabluri de **tracţiune** etc.

B. Clasificarea SAE (Society of Automotive Engineers) a uleiurilor pentru motoare şi transmisii este adoptată de majoritatea ţărilor din lume. **Criteriul** de clasificare este

viscozitatea, pentru condițiile de pornire la rece și de funcționare a **motorului.** în plus, pentru uleiurile de iarnă (W) s-a introdus și condiția pentru temperatura limită de **pompabilitate** (tabelul 10.16).

Tabelul 10.16. **Clasificarea SAE a uleiurilor minerale**

Uleiuri pentru motoare				**Uleiuri pentru transmisii**			
Clasa SAE	**Temp. limită de pompa-bilitate, °C**	**Viscozitate la 100 °C, mm^2/s**		Clasa SAE	**Temp. limită de atingere a viscozității de 150000 cP**	**Viscozitate la 100 °C, mm^2/s**	
		min.	max.			min.	max.
0W	-35	**3,8**	–	**75 W**	**-40**	**4,1**	–
5W	**-30**	**3,8**	–	**80 W**	**-26**	**7,1**	–
10 W	**-25**	**4,1**	–	**85 W**	**-12**	**11,0**	–
15W	**-20**	**5,6**	–	**90**	–	**13,5**	**<24,0**
20 W	**-15**	**5,6**	–	**140**	–	**24,0**	**<41,0**
25 W	**-10**	**9,3**	–	**250**	–	**41,0**	–
20	–	**5,6**	**<9,3**				
30	–	**9,3**	**<12,5**				
40	–	**12,5**	**<16,3**				
50	–	**16,3**	**<21,9**				

Observații. 1 cP = 1 x 10^{-6} Pa.s (1 x 10^{-6} N.s/m^2)
1 mm^2/s = 1 cSt = 1 x 10^{-6} m^2/s

Unele uleiuri pot acoperi mai multe clase de viscozitate (la -18 °C se încadrează într-o clasă iar la 100°C în alta). Aceste uleiuri au fost denumite **multigrad.**

C. Clasificarea ISO (International Organization for Standardization) folosește drept criteriu de clasificare a uleiurilor pentru motoare, viscozitatea cinematică la 40 °C.

Uleiurile sunt notate după următorul exemplu: ulei ISO VG 32 (ISO viscosity grade) la care cifra reprezintă viscozitatea medie la 40 °C obținută ca medie aritmetică a valorilor limită admisibile pentru viscozitatea la 40°C a uleiului respectiv și rotunjită la număr întreg, dacă este cazul. Pentru uleiul ISO VG 32 valorile limită sunt: min. 28,8 și max. 35,2 mmVs la 40°C.

D. **Clasificarea** API (American Petroleum Institute) a uleiurilor pentru motoare ce împărțea uleiurile după tipul de motor (M - pentru motoare cu aprindere prin scânteie, *D* - pentru motoare diesel) a fost înlocuită de curând cu o alta clasificare, elaborată împreună cu SAE și ASTM (American Society for Testing and Materials). Conform acestei clasificări uleiurile se împart în uleiuri *service* - notate cu *S* și uleiuri *comerciale* - notate cu *C.* Literele sunt urmate de alte litere ce arată condițiile de lucru, starea de aditivare. Uneori se fac referiri si la alte specificații pentru stabilirea limitelor caracteristicilor.

Exemplu: ulei CD-П - ulei pentru motoare diesel în doi timpi.

Majoritatea firmelor producătoare de uleiuri încadrează produsele lor în limitele admise de una din clasificările anterioare.

10.3.4. Caracteristicile uleiurilor minerale

10.3.4.1. Clasificarea caracteristicilor uleiurilor minerale

Proprietățile pe care trebuie să le posede uleiurile minerale sunt foarte numeroase și variate, în raport cu compoziția și întrebuințările lor. Proprietățile legate de compoziție sunt în marea lor majoritate aceleași cu ale combustibililor, dată fiind natura lor chimică asemănătoare, dar cele legate de solicitările complexe din locurile de utilizare vor fi specifice anumtor tipuri de uleiuri minerale.

în tabelul 10.17 sunt prezentate principalele caracteristici ale uleiurilor minerale.

Tabelul 10.17. Clasificarea caracteristicilor uleiurilor minerale

Grupa de caracteristici	Procese pe care le influențează si informații pe care le furnizează	Denumirile caracteristicilor
Proprietățile P-V (presiune- volum)	-stabilirea cantității de ulei -identificarea uleiurilor	densitatea (variația densității cu temperatura și presiunea)
Proprietăți reologice	-alimentarea cu ulei -realizarea grosimii minime necesare ungerii atât la temperaturi joase cît și ridicate	viscozitatea, indicele de viscozitate, temperatura de tulburare, temperatura de curgere (congelare)
Proprietăți tensioactive	-pulverizare -aderența și continuitatea peliculei de lubrifiant -tendința de emulsionare și spumare -regimul de ungere	adsorbția și onctuozitatea, spumarea, emulsionarea, rezistența la presiuni extreme
Proprietăți termice	-transferul termic -volatilitatea și pericolul de explozie	căldura specifică, temperaturile de inflamabilitate, ardere, autoaprindere
Proprietăți legate de stabilitatea la oxidare	-formarea de lacuri -formarea de produși corozivi -uzarea uleiului	stabilitatea la oxidare
Proprietăți diverse	-formarea de depuneri -corozivitatea -conținutul de aditivi	cifra de cocs, insolubile, cenușă, conținut de metale, cifră de aciditate, apă și impurități mecanica, corozivitate, punct de anilină

Observație: Proprietățile comune uleiurilor și combustibililor se definesc în același mod, sunt dependente de aceiași factori și se exprimă în aceleași unități de măsură.

10.3.4.2. Proprietățile presiune - volum

Densitatea (Density).

Densitatea absolută a uleiurilor, ρ^{15}, folosește mai ales la identificarea uleiurilor, uleiurile parafinice au densitate mai mică decât cele naftenice, iar acestea sunt mai puțin dense decât cele în care predomină hidrocarburile aromatice.

Variația densității uleiurilor cu temperatura este similară cu cea a combustibililor (vezi 10.2.4.1). Densitatea la o temperatură t (°C) se poate obține cunoscând densitatea ρ^{15} și cu ajutorul diagramei din fig. 10.14.

Densitatea are o mare importanță și în stabilirea condițiilor corecte de centrifugare.

Volumul ocupat de un ulei la anumită temperatură, $t°$, poate fi calculat folosind coeficienții din tabelul 10.18.

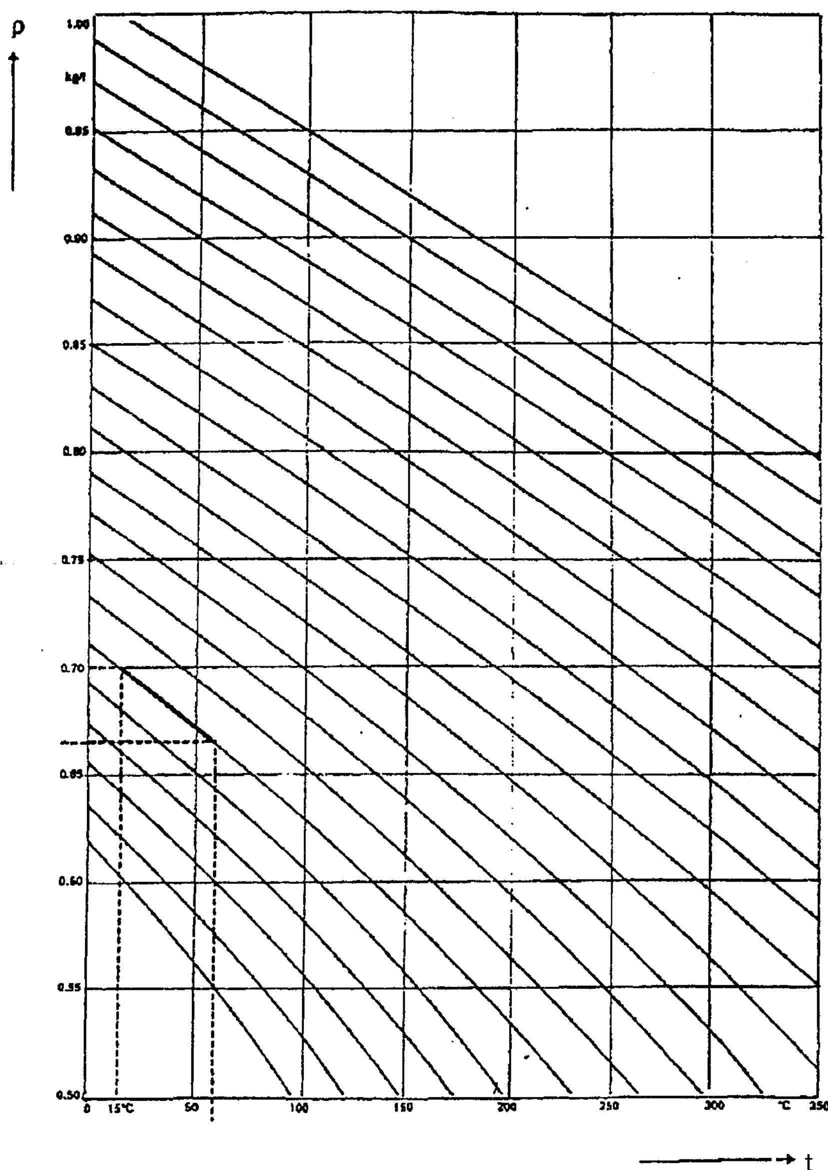


Fig. 10.14. Variaţia densităţii uleiurilor cu temperatura

Tabelul 10.18. Coeficienţii de corecţie ai volumului în funcţie de temperatură (v/ t °)

p (kg/l)	v/ t (l/°C)	p (kg/l)	v/ t (l/°C)	p (kg/l)	v/ t (l/°C)
0,810 - 0,813	0,00091	0,855 - 0,859	0,00082	0,938 - 0,955	0,00072
0,814 - 0,817	0,00090	0,860 - 0,876	0,00081	0,956 - 0,970	0,00071
0,818 - 0,823	0,00088	0,877 - 0,882	0,00080	0,971 - 0,982	0,00070
0,824 - 0,828	0,00087	0,883 - 0,893	0,00079	0,983 - 0,997	0,00068
0,829 - 0,833	0,00086	0,894 - 0,902	0,00078	0,998 - 1,015	0,00067
0,834 - 0,838	0,00085	0,903 - 0,912	0,00077	1,016 - 1,020	0,00066
0,839 - 0,848	0,00084	0,913 - 0,925	0,00075	1,021 - 1,030	0,00065
0,849 - 0,854	0,00083	0,926 - 0,937	0,00074		

Exemplu de calcul:

Volumul ocupat de un ulei la 38 °C este 52550 1. Densitatea sa, determinată la **24°C**, este 0,837 **kg/l**. Care este volumul ocpat la 15 °C.

Se calculează p^{15} :

$$\rho^{15} \quad \rho^{24} + c\,(24 - 15)$$

$$c = 0{,}000695 \text{ (din tabelul } 10.18)$$

$$p^{15} \quad 0{,}837 + 9 \times 0{,}000695 = 0{,}843$$

Pentru densitatea 0,843 se citește coeficientul de corecție al volumului = 0,00084

Se calculează variația de volume pe intervalul de temperatură 15 °C - -38 °C.

$$V = 0{,}00084\,(38\text{-}15) = 10151$$

Se calculează volumul V^{15}; $V^{15} = V^{38}$ - $V = 52550 - 1015 = 515351$

Variația densității cu presiunea este ilustrată în tabelul 10.19; densitatea la presiunea p, ρ_p, obținându-se înmulțind densitatea la presiune normală, ρ_0, cu factorul ρ_p/ρ_0 obținut din tabel.

Tabelul 10.19. Variația densității **uleiurilor** cu presiunea

Presiunea ,bar	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Pp/Po	1,0035	1,006	1,011	1,016	1,020	1,024	1,028	1,032	1,036	1,040	1,044

10.3.4.3 Proprietăți reoiogice

Viscozitatea (Viscosity)

Viscozitatea este proprietatea dinamică cea mai importantă a uleiurilor minerale, reprezentând rezistența la curgere opusă de ulei, determinată de frecarea dintre molecule. De viscozitate depinde capacitatea uleiului de a suporta presiunea și de a separa suprafețele aflate în mișcare relativă. Majoritatea uleiurilor sunt un amestec de componenete ușoare și grele, Componenetele grele (brightstock) suportă presiuni mai mari dar au tendință pronunțată de a forma depuneri. Acest lucru este foarte important mai ales pentru uleiurile de motor, așa încât dacă pentru uleiurile de carter este corespunzător un ulei din clasa SAE 30, pentru ungerea cilindrilor motoarelor lente este necesar un ulei din clasa SAE 40 sau SAE 50 pentru a asigura suficientă protecție împotriva uzurii si a întreruperii peliculei de ulei. Totuși viscozitatea uleiului nu poate fi nici prea mult crescută pentru a permite uleiului să se împrăștie repede pe suprafața cămășii și să formeze un film continuu de ulei.

Efectul presiunii asupra viscozității este exprimat de relația:

$$\eta_p = \eta_0 \exp(\alpha P) \;,$$

unde : η_0 - viscozitatea dinamică la 1 bar;

P - presiunea, în bar.;

α - coeficientul viscozitate - presiune, dependent de natura uleiului și temperatură.

Creşterea **viscozităţii** datorate presiunii este pronunţată la presiuni **mari,** realizate mai ales în lagăre şi angrenaje, fiind mai accentuată la uleiurile aromatice. Ea este favorabilă ungerii deoarece compensează parţial scăderea de viscozitate datorată ridicării temperaturii.

Indicele de viscozitate, LV. **(Viscozity Index).**

Indicele de viscozitate exprimă cantitativ relaţia viscozitate - temperatură. Această relaţie este puternic dependentă de natura hidrocarburilor componente ale uleiului. Astfel, hidrocarburile **parafinice** au cea mai mică variaţie a viscozitătii cu temperatura, la cealaltă extremă **situându-se** hidrocarburile aromatice.

Indicele de viscozitate se calculează cu relaţia empirică:

$$I.V. = \frac{\nu_0 - \nu_{încercat}}{\nu_0 - \nu_{100}}$$

în care: $\nu_{încercat}$ - reprezintă viscozitatea cinematică, la 40 °C, a uleiului încercat;

ν_0 Şi ν_{100} - reprezintă viscozitatea cinematică, la 40 °C, a unor uleiuri etalon, unul de natura aromatică cu I.V.= O şi unul de natura **parafinică** cu I.V. 100.

Uleiurile etalon se aleg astfel încât să aibă aceeaşi viscozitate **cinematică,** la 100 °C, cu a uleiului încercat.

Valoarea indicelui de viscozitate se apropie de 100 dacă uleiul este de natură **parafinică** si are o variaţie mică a viscozitătii cu temperatura.

Uleiurile aditivate pentru LV. şi uleiurile sintetice pot prezenta indici de viscozitate peste 100; pentru aceste uleiuri s-a elaborat o metodologie de calcul pentru un aşa numit *indice de viscozitate extins* (I.V.E.). Se poate folosi în acest scop şi o **nomogramă**, pornind de la **viscozităţile** uleiului la 40 °C şi 100 °C.

Punctele de congelare, de curgere, de tulburare (Pour Point, Cloud **Point**).

în cursul răcirii uleiurilor minerale o parte din hidrocarburile componente tinde să se solidifice. Primele cristale de parafină apar la temperatura de tulburare; prin răcirea în continuare a uleiului se poate atinge temperatura de congelare, când uleiul nu **mai** curge. Viteza de răcire, dar şi natura hidrocarburilor, influenţează foarte mult temperatura de congelare; la viteze mai mari de răcire se formează numeroase cristale, pe când la viteze mici predomină creşterea cristalelor şi formarea de reţele **cristaline**. Congelarea se produce fie prin formarea de reţele cristaline, ce imobilizează hidrocarburile rămase lichide, fie prin creşterea viscozitătii uleiului sau concomitent datorită ambelor cauze.

Punctul de curgere este în general cu 2 - 3 grade mai mare decât cel de cristalizare.

10.3.4.4. Proprietăţi **tensioactive**

Proprietăţile tensioactive ale uleiurilor minerale intervin în procesele de interfaţă si depind în mare măsură de existenţa în ulei a unor compuşi cu grupe polare: -COOH (acid); -OH (alcool), =CO (cetonă) sau atomi de S, Cl etc. Compuşii polari se orientează la suprafaţa de separare dintre ulei şi celălalt mediu (metal, aer, apă) stabilind forte de atracţie puternice si influenţând tensiunea superficială şi **interfacilaă** a uleiului.

Ungerea. **Adsorbţia. Onctuozitatea**

Ungerea are drept scop micşorarea frecării între două suprafeţe solide, când cel puţin una este în mişcare. Rezistenţa la mişcare, $\vec{F}$ este definită de relaţia:

$$\bar{F} = \mu \cdot \bar{P},$$

în care: $\bar{P}$ - presiunea

μ - coeficientul de frecare

La frecarea uscată (în lipsa uleiului) valoarea lui μ depinde de natura suprafețelor, de gradul de polizare, de viteza de alunecare etc.

în cazul frecării la limită valoarea lui μ este influențată de adsorbtia și orientarea moleculelor tensioactive din lubrifiant, frecarea manifestându-se între catenele hidrocarbonate ale acestor molecule. în ungerea hidrodinamică fenomenele de suprafață nu mai intervin în mod apreciabil, proprietățile preponderente devenind viscozitatea si variatia sa cu temperatura si presiunea.

Coeficientul de frecare, μ, variază astfel:

- între 0,4 până la valori peste 1 în cazul frecării uscate;
- între 0,3 și 0,04 în ungerea la limită;
- între 0,04 și 0,0001 în ungerea hidrodinamică.

Adsorbtia uleiului la suprafața metalului are loc prin orientarea substanțelor polare din ulei cu grupa polară spre metal, stabilindu-se între acestea interacțiuni de natură electrostatică.

Onctuoziatea este proprietatea uleiului de a forma straturi limită atât de aderente ia metal încât acestea nu sunt expulzate dintre suprafețe nici când piesele sunt în repaos și deci presiunile sunt mari. Uleiurile onctoase se obțin prin aditivare; ele reduc simțitor coeficientul de frecare la pornirea motorului.

Spumarea

Tensiunea superficială, forța care tinde să reducă la minimum suprafața de separare dintre un lichid si un gaz, intervine în caracteristica de spumare a uleiurilor.

Spumarea și stabilitatea spumei sunt favorizate de temperatură, presiune, agitare, prezența apei și a substanțelor tensioactive (produși de oxidare sau chiar a unor aditivi detergenți și dispersanți). Spumarea produce întreruperea peliculei de ulei, favorizează oxidaiea uleiului, îngreunează alimentarea cu ulei.

Caracteristica de spumare se determină prin suflarea, în condiții determinate de temperatură, a unui volum constant de aer printr-o sferă poroasă imersată în ulei și se exprimă prin volumul de spumă produs după 5 minute de agitare și 10 minute de repaos. Se determină astfel și stabilitatea spumei.

Emulsionarea

Emulsionarea arată tendința uleiului de a forma emulsii cu apa, exprimând în acelasi timp și stabilitatea emulsiei formate.

Emulsionarea este dependentă de tensiunea interfacială a uleiului ce reprezintă forța care tinde să reducă la minimum suprafața dintre două lichide nemiscibile.

Importanta caracteristicii de emulsionare a uleiului rezultă din următoarele:

-apa emulsionată în ulei nu poate fi îndepărtată prin centrifugare;

-apa din emulsie se poate vaporiza, la încălzirea acesteia, producând spumare și întreruperea peliculei de ulei;

-prin contactul emulsiei cu metalul se favorizează coroziunea;

-sărurile dizolvate în apă acționează drept catalizatori de oxidare ni componenților uleiului producând uzura prematură a uleiului,

Emulsionarea uleiului se determină prin agitarea unei probe de uîei cu apă distilata, în condiții determinate de temperatură și se exprimă prin volumul de emulsie format după 5 minute de agitare și 10 minute de repaos.

Rezistenta la presiuni extreme

Suprafața tuturor metalelor folosite în tehnică prezintă, în funcție de gradul de prelucrare, numeroase asperități (fig. 10.15).

în ungerea **hidrodinamică** suprafeţele pot fi ţinute la o anumită **distanţă.**

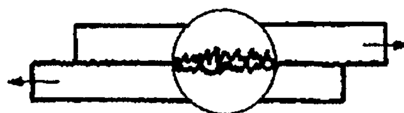


Fig. 10.15. Rugozitatea suprafeţelor metalice

în cazul frecării uscate, sau chiar a ungerii la **limită,** dacă asperităţile sunt bine reliefate ele se pot atinge distrugând filmul de oxid de la suprafaţa metalului şi producând suduri locale (griparea pieselor). Pentru prevenirea acestui fenomen în uleiuri se introduc aditivi de extrema presiune.

Rezistenţa uleiului la presiunile mari realizate în aceste puncte de contact se determină pe maşini de laborator care încearcă să reproducă unele condiţii din mecanismele reale. Se măsoară de obicei uzura aditivului, presiunea minimă fără gripaj instantaneu sau presiunea calculată pentru o anumită întârziere la gripaj.

în STAS 8618 - 79 rezistenta la presiuni extreme a uleiurilor de transmisii se **detrmină** pe *maşina cu 4 bile.*

10.3.4.5 Proprietăţi termice

Căldura **specifică,** c (Heat capacity)

Căldura specifică a uleiurilor nu are o valoare limitativă. Ea se poate determina prin calcul, fiind dependentă de densitatea uleiului şi temperatură.

Pentru o temperatură, f, relaţia de calcul este:

$$c = \frac{1}{\sqrt{d}}(0,4024 + 0,0008t)$$

iar pe un interval cuprins între două temperaturi, t_1 şi t_2:

$$c = \frac{1}{\sqrt{d}}[0,4024 + 0,000405(t_1 + t_2)],$$

în care: *c* - căldura specifică, în **kcal/kg,** °C (1 kcal = **4 1 84 J)**

d - densitatea relativă a uleiului

Coductibilitatea termică, λ (Heat conductance)

Conductibilitatea termică a uleiurilor scade cu creşterea temperaturii şi densităţii şi este practic independentă de structura chimică. Ea se poate calcula cu relaţia:

$$\lambda = \frac{0,0002804}{d}(1 - 0,00054t),$$

în care: *λ* - conductibilitatea termică în cal/cm.s. grd; 1 cal/cm.s grd = 418,4 J/m.s.grd.

d - densitatea relativă,

i = temperatura, °C.

Punct de **inflamabilitate,** de **ardere,** de **autoaprindere**. (Flash Point, flame temperature, auto-ignition point)

Punctul de inflamabilitate al uleiurilor se determină cu aparatul Pensky-Martens (vas închis) sau Marcusson (vas deschis).

La aceeaşi viscozitate şi pentru un grad de fracţionare asemănător, uleiurile parafinice prezintă inflamabilitatea cea mai ridicată, iar cele aromatice, cea mai scăzută. Punctul de inflamabilitate este o indicaţie a volatilităţii uleiului care prezintă utilitate atât în legătură cu consumul de ulei cât şi privind pericolul de incendiu.

Punctul(temperatura) de ardere a uleiurilor este cu 30-50 °C mai mare decât punctul de inflamabilitate.

Punctul de autoaprindere(temperatura la care uleiul se aprinde în contact cu aerul sau cu ogigenul, în absenţa unei flăcări) variază în limite largi, în funcţie de metoda de determinare. Punctul de autoaprindere scade când creste viscozitatea sau masa moleculară.

10.3.4.6. Proprietăţi legate de stabilitatea la oxidare a uleiurilor

în timpul folosirii uleiurilor acestea vin în contact cu aerul, la temperaturi ridicate: uleiul din carter si cel de transmisii până la aproximativ 150 °C, uleiul din cilindrii motoarelor, în zona superioară a pistonului atinge temperaturi de 300 °C, iar cel aflat deasupra pistonului este ars complet.

în aceste condiţii are loc oxidarea hidrocarburilor cu formarea de compuşi cu oxigen: acizi, cetone, aldehide, lactone etc., precum si unele produse de condensare: răşini, asfaltene etc.

Prezenta substanţelor de oxidare este dăunătoare deoarece:

-măresc corozivitatea uleiului;

-formează depuneri pe piesele motorului sau înfundă sistemele de ungere;

-la temperaturi ridicate răşinile se solidifică sub formă de lacuri dure ce blochează segmenţii, produc abraziune;

-favorizează emulsionarea uleiului cu apa etc.

Stabilitatea la oxidare a uleiurilor depinde de natura acestuia (cele rnai puţin stabile fiind fracţiunile aromatice), dar si de condiţiile de lucru: temperatura, presiunea, prezenţa unor metale ce acţionează drept catalizatori.

Metodele de laborator folosite pentru evaluarea stabilităţii la oxidare a uleiurilor nu pot reproduce în totalitate condiţiile din motor sau transmisii, ele permiţând o apreciere aproximativă a rezistenţei la oxidare. *Se* folosesc mai multe metode prin care se oxidează uleiul în laborator, în anumite condiţii, urmărindu-se apoi:

-modificarea viscozităţii faţă de a uleiului proaspăt;

-creşterea acidităţii totale a uleiului;

-cantitatea de lac formata pe plăcuţe metalice încălzite şi stropite cu ulei fierbinte;

-cantitatea de substanţe insolubile din ulei, obţinute prin filtrarea uleiului oxidat pe hârtie de. filtru de anumita granulaţie;

-mărirea cifrei de cocs.

10.3.4.7. Proprietăţi diverse

Cifra de cocs (Reziduul de carbon) (Carbon Residue)

Pentru uleiurile proaspete cifra de cocs creşte de la 0,1% pentru uleiurile de bază neaditivate, puternic rafinate, la valori ce se pot situa peste 1% la uleiurile vâscoase pentru

transmisii și angrenaje. Este de menționat că cifra de cocs nu are legătură directă cu densitatea.

Cifra de cocs are o utilitate mai mare pentru uleiurile uzate folosind la aprecierea gradului de alterare al uleiului.

Insolubile în uleiuri uzate (Insolubles).

Compușii de oxidare (rășini, asfaltene) precum și cei de contaminare (proveniți din aer, arderea combustibililor, abraziuni etc.) se determină prin diluarea probei cu un solvent urmată de filtrare.

Insolubilele în pentan cuprind pe lângă substanțele solide din ulei și unele substanțe răsinoase și asfaltoase formate prin oxidarea uleiului, solubile în ulei dar precipitate din acesta de pentan.

Insolubililele în benzen (toluen) conțin mai ales substanțele de contaminare (funingine, praf, produse de abraziune etc.), deoarece solventul dizolvă rășinile și asfaltenele.

Cenușa (Ash). **Conținut de metale** (Metals Content).

Cenușa uleiurilor, determinată ca oxizi sau sulfați, are semnificație diferită pentru uleiuri de bază sau aditivate.

în cazul uleiurilor de bază ea este mică, sub 0,01%, arătând gradul de rafinare. în cazul uleiurilor aditivate puternic (cum sunt uleiurile de cilindri) cenușa ia valori mari ce pot ajunge până la 8%, fiind constituită în principal din sulfații metalelor ce intră în compoziția aditivilor.

Este mult mai utilă cunoașterea conținutului în diferite elemente: Zn, Ba, Ca, P, Fe, Al, Si, Ni, Cr, Cu, Cl etc., acestea dând informații privind concentrația aditivilor, iar pentru uleiul uzat privind gradul de contaminare al acestuia.

Conținutul în elemente chimice se poate determina prin analiză spectrală.

Apă si impurități mecanice (Water, Impurities).

Determinarea acestei caracterisitici se face prin diluarea uleiului cu benzină și centrifugarea probei, apa și impuritățile mecanice separându-se la fundul fiolei. Apa se poate determina si prin distilare cu solvent.

Caracterisitca este importantă mai ales pentru uleiuri uzate arătând, în funcție de locul de recoltare al probei, gradul de contaminare cu apă precum și modul de funcționare al separatorului centrifugal.

Aciditatea si bazicitatea uleiului (Acidity and Alkalinity).

Uleiurile de bază rafinate nu au practic aciditate liberă (organică sau minerală). Ea apare prin oxidare în cursul exploatării.

Uleiurile aditivate pot conține aditivi cu funcțiuni ce reacționează cu hidroxidul de potasiu (KOH) de aceea s-a renunțat la cifra de neutralizare, în exprimarea acidității, în favoarea următoarelor caracterisitici:

a) *Cifra de aciditate totală*, CBT (sau TAN - Total Acid Number) arată conținutul de acizi tari si slabi (organici) din uleiul proaspăt sau uzat. Se exprimă în cantitatea de KOH, în mg, necesară neutralizării acizilor conținuți într-un gram de ulei (mgKOH/g).

b) *Cifra de aciditate puternică*, CAP (SAN - Strong Acid Number) reprezintă cantitatea de acizi minerali dintr-un gram de ulei, exprimată de asemenea în mg KOH/g. Se determină numai la uleiurile uzate si se datorează contaminării cu acid sulfuric format prin arderea sulfului din combustibili.

La uleiurile detergente ce conțin aditivi bazici sau alcalini, deci cu capacitate neutralizantă pentru acizi (cu *rezervă* alcalină) se determină cifra de bazicitate totală.

c) *Cifra de bazicitate totală*, CBT (TBN - Total Base Number) reprezintă cantitatea de KOH, în mg, ce neutralizează aceeași cantitate de acid ca și aditivii bazici existenți într-un gram de ulei.

CBT se exprimă deci tot în KOH/g pentru a putea fi mai ușor comparată cu CAT.

Uleiurile cu aditivi, proaspete sau uzate, pot prezenta valori atât pentru CAT cât și pentru CBT. Aceasta se explică prin aceea că acizii și bazele folosite ca reactivi pot reacționa și cu alte substanțe din ulei.

Corozivitatea (Corrosivity).

Componenetele uleiului, hidrocarburile si aditivii, precum si produsele de oxidare nu trebuie să atace metalele (oțelul, aliajele pentru lagăre). Aprecierea acțiunii corozive a uleiului se face prin încercări de laborator, în condiții determinate, pe plăcuțe de cupru, oțel, plumb. Se determină prin măsurarea pierderilor de masă a plăcuțelor sau prin examinarea aspectului lamelor metalice.

Acțiunea dizolvantă. Punct de anilină (Aniline Point).

Uleiul nu trebuie să atace garniturile, folosite la etanșare, confecționate din elastomeri (cauciucuri). Atacul se poate manifesta prin umflarea (îmbibarea cu ulei) garniturii sau chiar dizolvarea ei.

Acțiunea dizolvantă a uleiurilor se poate determina prin încercări de imersie a cauciucurilor în uleiul de examinat sau prin determinarea punctului de anilină. Un punct de anilină scăzut indică o natură aromatică si deci o acțiune dizolvantă pronunțată asupra cauciucurilor obișnuite butadien - stirenice.

10.3.5. Calitățile uleiurilor pentru motoare în raport cu calitatea combustibilului și condițiile de lucru.

Din punct de vedere al ungerii motoarelor navale cele mai importante aspecte sunt: controlul uzurii si controlul depunerilor.

10.3.5.1. Uzura cilindrului

Uzura cilindrului (cămașa cilindrului, segmenți) poate fi:

- *uzură de frecare*, determinată de lipsa sau întreruperea peliculei de ulei; se poate datora ratei de alimentare necorespunzătoare, segmentilor cu jocuri prea mici care răzuie pereții cămășii eliminând uleiul dar si proprietăților uleiului si în special viscozității necorespunzătoare;
- *uzură abrazivă*, provocată de prezența unor particule dure între piston și cămașa cilindrului; acestea pot proveni din aer (praf), uzura pieselor (particule metalice), arderea combustibililor si uleiurilor (cenușă, rășini și lacuri cu incluziuni de carbon si alte impurități dure);
- *uzură corozivă*, produsă de acidul sulfuric ce se formează pe suprafețele cilindrului dacă temperatura este sub punctul de condensare al acestuia; din fericire doar aproximativ 0,1% din sulful din combustibil se transformă în acid, restul eliminându-se ca oxizi de sulf odată cu gazele de ardere.

Cauzele uzurii sunt multiple, ele sunt legate atât de condițiile de lucru cât și de proprietățile uleiurilor și combustibililor.

Dintre condițiile de lucru ce influențează uzura amintim: rodajul necorespunzător, excentricitatea pistoanelor în cilindru, tensiuni mecanice și termice, jocuri necorespunzătoare ale segmentilor, materialul cămășii, sarcina motorului, temperatura aerului admis, temperatura apei de răcire, pregătirea necorespunzătoare a combustibilului în vederea injecției, condiții de ardere necorespunzătoare.

Din punct de vedere al lubrifiantului trebuie menționate **două** aspecte:

- alegerea corespunzătoare a uleiului în strânsă legătură cu tipul de motor, condițiile de lucru și calitatea combustibilului ars;
- grija arătată pentru controlul si menținerea calității uleiului în serviciu.

10.3.5.2. Corelația ulei - condiții de lucru - combustibil

Calitățile cerute uleiurilor de motoare sunt:

A. Uleiuri de cilindru

- viscozitatea corespunzătoare la injecție și la temperatură ridicată pentru a forma o peliculă continuă pe toată suprafața;
- stabilitate termică si la oxidare ridicată;
- proprietăți detergente și dispersante;
- alcalinitate adecvată neutralizării acidului sulfuric.

B. Uleiuri de carter

- să reducă uzura de fricțiune și abrazivă;
- să prevină coroziunea;
- să fie un bun agent de răcire;
- să reziste la degradarea termică și la oxidare;
- să fie un bun izolator pentru apă.

Atunci când ungerea cilindrilor se face cu uleiul din carter, acesta va trebui să îndeplinească ambele serii de cerințe.

Proprietățile combustibililor ce determină în mod direct calitățile uleiului sunt: reziduul de carbon (cifra de cocs) și conținutul de sulf.

Reziduul de carbon ridicat al combustibililor reziduali impune includerea *aditivilor detergenți și dispersanți* în ulei în scopul prevenirii depunerilor. De egală importanță însă este si menținerea unor condiții optime de ardere pentru ca aceasta să fie completă.

Uleiurile de cilindru și cele de sistem sunt aditivate detergent și dispersant dar eficiența acestor aditivi trebuie urmărită prin analiza de rutină a uleiului. Aditivii se pot consuma sau pot fi eliminați din ulei atunci când acesta este contaminat cu apă, majoritatea lor fiind solubili în apă și aliminându-se cu aceasta.

Conținutul de sulf al combustibililui determină necesarul de *aditivi bazici* din ulei. Alcalinitatea uleiului (T B N) se alege în funcție de tipul de motor si conținutul de sulf, respectându-se recomandările din tabelul 10.20.

Tabelul 10.20. Corelația TBN ulei - conținut de S din combustibil

Motor fără cap de cruce (cu piston plonjor)		Motor cu cap de cruce	
% S combustibil	**TBN - ulei**	**% S combustil**	**TBN - ulei**
Combustibil distilat < 1,5 % S	8 - 12	< 3,5 % S	ulei carter 0 - 5 ulei cilindrii 60 - 70
Combustibil rezidual < 2,5 % vS > 2,5 % S	20 - 24	> 3,5 % S	ulei carter 5 - 8 ulei cilindri 70 - 100

Folosirea unui ulei pentru cilindru cu TBN prea scăzut conduce la o uzură *tip frunză de trifoi* ce nu poate fi eliminată nici chiar mărind rata de alimentare.

Nu este recomandată nici folosirea unui ulei cu TBN ridicat atunci când se arde combustibil cu conținut redus de sulf, sub 1%, pot apare în acest caz unele uzuri deși acest raport combustibil - lubrifiant nu este neapărat dăunător.

O grijă deosebită trebuie avută la urmărirea TBN-ului uleiului din carter, atunci când acesta asigură și ungerea cilindrului. în acest caz experiența practică arată că TBN-ul nu

trebuie să scadă sub o valoare care să fie de trei ori mai mare decât conținutul de sulf din combustibilul ars, altfel uzurile și depunerile încep să crească.

10.3.5.3. întreținerea uleiului aflat în serviciu

Menținerea calității uleiului de carter, atât pentru motoarele cu cap de cruce dar mai ales pentru cele la care acesta lubrifiază și cilindrii, are o importanță deosebită.

Modificarea calității uleiului - uzarea uleiului - este determinată de multiple cauze:

a) *oxidarea* componentelor uleiului cu formarea fie de compuși oxigenați, cu acțiune corozivă, fie de rășini și asfaltene;

b) *contaminarea* cu: calamină, apă, combustibil, produse de coroziune din instalație, metale din abraziune, cenușă din camera de ardere etc.;

c) *epuizarea aditivilor*, în special a celor bazici, detergenți si dispersând.

Pentru asigurarea unei ungeri corespunzătoare se recomandă următoarele:

-Menținerea nivelului uleiului la cel puțin 80 - 90% din valoarea optimă. în nici un caz acesta să nu coboare sub 70%. Se reduc astfel concentrațiile contaminanților sub valorile maxime admisibile, ele raportându-se la un volum mai mare de ulei. în acest fel nu este influențat consumul de ulei, acesta nefiind dependent de nivelul uleiului.

-Centrifugarea continuă a uleiului folosind centrifuga întotdeauna ca purificator si nu clarificator și respectând recomandările din tabelul 10.21.

Tabelul 10.21. Recomandări privind centrifugarea uleiurilor

Tip ulei	Centrifugarea în timpul marșului
Motor cu cap de cruce -Ulei neaditivat alcalin	Centrifugarea continuă Temperatura uleiului 85 - 95 °C Spălare periodică cu apă, la centrifugare, la 85 - 90 °C dacă scade pH-ul
-Ulei alcalin	Același tratament dar *fără spălare cu apă*
Motor cu piston plonjor -Uleiuri detergente, Heavy Duty	Centrifugarea continuă Temperatura uleiului 85 - 95 °C *Fără spălare cu apă*
Turbine cu abur -Ulei pentru turbine cu abur	Centrifugare continuă Temperatura uleiului 85 - 95 °C

-Centrifugarea se recomandă a se continua pentru câteva ore (nu mai mult) și după sosirea în port, pentru a se elimina si contaminanți din ultimele ore de funcționare.

-În timpul opririlor îndelungate (de exemplu intrarea pe doc) este recomandabil, pentru toate uleiurile de mai sus: transferul întregii cantități de ulei în tancul de sedimentare (recondiționare); încălzirea la temperaturi apropiate de cele de mai sus; drenarea apei și sedimentelor; centrifugarea uleiului înainte de reîntoarcerea lui în sistem.

-Menținerea evidenței calității uleiului prin analiza periodică de rutină.

10.3.5.4. Analiza uleiurilor aflate în serviciu

Analiza uleiurilor la intervale regulate de timp asigură urmărirea calității acestora și corelarea schimbărilor produse în ulei cu condițiile de lucru din motoare și mecanisme.

Analiza uleiului poate fi executată:

- cu truse portabile aflate la bordul navelor;
- în laboratoare specializate, prin servicii de analiză rapidă.

Atât trusele cât și serviciile de analiză în laboratoare sunt puse la dispoziția beneficiarului de principalele firme producătoare de uleiuri sau specializate în controlul calitativ (de exemplu: Shell, Exxon, Castrol, Mobil, Det Norske Veritas etc.)

A. Analiza uleiului și combustibilului la bordul navelor

De multe ori trebuie luată o hotărâre neîntârziată asupra folosirii uleiului sau aplicării unui anumit tratament combustibilului. în aceste cazuri sunt utile trusele de analiză de la bordul navelor. Deoarece uleiurile minerale și combustibilii au aceeași natură chimică și deci unele caracteristici comune, trusele de analiză de la bordul navelor pot fi folosite pentru ambele produse.

Cu ajutorul truselor se pot obține informații utile privind:

- starea de degradare a uleiului, în legătură cu eventualele deficiențe de funcționare a motoarelor;
- modificarea anumitor parametri în instalațiile de pregătire a combustibilului și purificare a uleiului;
- posibilitatea de amestecare a combustibililor reziduali sau combustibili distilați - combustibili reziduali;
- sursele de contaminare cu apă a combustibililor si uleiurilor.

în funcție de aparatura cu care este dotată trusa se pot executa, în totalitate sau parțial, următoarele analize:

Viscozitatea. Trusele mai evoluate conțin viscozimetre cu reglare automată a temperaturii la 40°C, 50°C și 80°C. Se măsoară viscozitatea cinematică, în cSt, aparatul având afișare digitală a viscozității și temperaturii.

Unele truse de construcție mai veche conțin viscozimetre de tip Engler bazate pe cronometrarea timpului de scurgere a 50 ml produs printr-un orificiu calibrat. în acest caz aparatul este însoțit de o curbă viscozitate - timp de scurgere.

Multe din trusele de analiză determină depășirea limitelor de admisibilitate ale viscozitàtii uleiului prin compararea acesteia cu a uleiului proaspăt. Comparatorul prezintă două rezervoare de ulei, pentru ulei proaspăt si uzat, cu capacitate de 5 ml, în legătură cu două canale de scurgere situate pe un plan înclinat. La înclinarea aparatului cele două uleiuri vor curge cu viteze determinate de viscozitățile lor. în momentul în care uleiul proaspăt atinge un reper de pe comparator se oprește curgerea si se observă poziția uleiului uzat în raport cu două repere limită ce determină situarea uleiului în limitele admisibile sau în afara lor.

Metoda poate fi folosită numai dacă nu s-a procedat la amestecarea, în sistem, a două uleiuri de tip diferit.

Alte comparatoare de viscozitate urmăresc timpul de coborâre, sub acțiunea greutății proprii, a unor bile metalice, prin tuburi cu dimensiuni identice, înaintând prin uleiul uzat si prin uleiuri cu viscozități cunoscute (Viscozimetre tip Hôpler).

Densitatea. Se măsoară densitatea relativă cu ajutorul densimetrelor la temperaturi ce fac posibilă determinarea. Unele truse conțin un termostat în care se introduce cilindrul în care se face determinarea, ce menține constantă temperatura la o anumită valoare. Densimetrele vor indica direct densitatea la 15 °C, fără a fi nevoie de corecție. în acest caz

densimetrele sunt calibrate special la temperatura de lucru. în lipsa acestor densimetre speciale se procedează la corecții pentru temperatură.

Conținutul de apă. Determinarea conținutului de apă se face pe baza reacției apei cu hidrura de calciu cu degajare de hidrogen gazos.

Reacția are loc într-un vas de reacție închis etanș și prevăzut cu un manometru. Presiunea determinată de degajarea de hidrogen va fi proporționată cu cantitatea de apă. Se folosesc fie curbe de calibrare presiune - % apă, fie manometrul este gradat direct în % apă.

Aparatul poate fi folosit atât pentru uleiuri cât și pentru combustibili.

Cifra de bazicitate totală (TBN). Principiul determinării alcalinității uleiului este asemănător cu cel de determinare al apei. Aparatul este asemănător. Se folosește ca reactiv un acid puternic ce reacționează cu aditivii bazici cu degajare de gaz (CO_2); presiunea din vasul de reacție este proporțională cu concentrația aditivului, exprimată ca TBN.

Cloruri. Pentru determinarea clorurilor din apa de contaminare proba se tratează cu reactivi de dezemulsionare și separare a apei la partea inferioară a vasului de reacție (eprubetei).

Se introduce în eprubetă un tub de sticlă umplut cu un material absorbant tratat cu reactivii pentru determinarea clorurilor. După intensitatea culorii si proporția în care apare schimbarea de culoare de-a lungul tubului se apreciază concentrația clorurilor și se trag concluzii privind natura apei de contaminare.

Pata de ulei. Metoda petei de ulei permite o apreciere operativă a gradului de impurificare a uleiului cu produse de oxidare și a eficienței aditivilor dispersanți. Metoda constă în examinarea aspectului petei pe care o lasă o picătură de ulei pe o hârtie de filtru specială. Examinarea se face după 24 ore.

Uleiul difuzează prin porii hârtiei de filtru formând o pată (fig. 10.16) caracterizată prin: o zonă centrală (1) închisă la culoare în care se concentrează insolubilele, o aureolă (2) ce desparte zona centrală de cea de difuzie (3); această aureolă uneori poate lipsi. Dincolo de zona de difuzie apare o zonă translucidă (4) lăsată de uleiul filtrat.

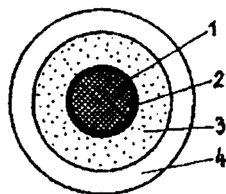


Fig. 10.16. Aspectul unei pete de ulei.

După intensitatea culorii zonelor 1 și 3 se apreciază gradul de contaminare, iar după lățimea zonei de difuzie - eficacitatea dispersantului. Când zona de difuzie lipsește iar zona centrală este închisă la culoare, uleiul trebuie schimbat. Aprecierea gradului de uzare a uleiului se face prin compararea aspectului petei cu a unor amprente etalon.

Metoda permite și aprecierea contaminării cu apă, în acest caz pata prezintă margini zimțate.

Proba de compatibilitate a combustibilulor. Proba de compatibilitate se realizează tot prin compararea aspectului unei pete lăsată de combustibilul obținut prin amestecare pe o hârtie de filtru specială.

Combustibilii cu viscozitate sub 75 cSt/50°C se folosesc nediluați, cei cu viscozitate peste 75 cSt/50°C se diluează cu un solvent în proporția 40 ml combustibil cu 20 ml solvent.

Proba se încălzește la 65°C într-un termostat și după 10 minute de la atingerea temperaturii se picură (cu ajutorul termometrului folosit drept baghetă) o picătură de combustibil pe hârtia de filtru. Se usucă hârtia și se compară aspectul petei cu amprentele etalon, dacă pata este uniformă combustibilii au o foarte bună compatibilitate. Pe măsura formării și accentuării unei aureole circulare, închisă la culoare, ce desparte zona centrală de cea exterioară, compatibilitatea scade; combustibilii incompatibili au această aureolă închisă la culoare sau chiar zona centrală complet închisă la culoare.

Observație: în toate cazurile în care se execută o analiză cu ajutorul unei truse este esențial să se respecte indicațiile producătorului trusei privind: curățirea aparatelor, păstrarea reactivilor, pregătirea probelor, efectuarea analizelor și exprimarea rezultatelor. Nu se admite înlocuirea unor reactivi cu alții proveniți din alte truse sau surse deoarece produsele pot fi diferite și rezultatele obținute vor fi eronate. în acest caz analizele nu vor fi folositoare ci pot conduce ?a decizii cu urmări grave uneori.

B. Analiza uleiurilor în laboratoare specializate.

Analizele efectuate de specialiști au avantajul executării cu aparatură de precizie și deci si a unor rezultate sigure.

Introducerea, în ultimii ani, a unor tehnici de analiză bazate pe metode de testare rapidă a deschis calea unui serviciu de analiză rapidă. Probele, cu volum mic - în jur de 200 ml - sunt trimise ou. avionul, iar rezultatele se dau în aceeași zi. Datele obținute sunt monitorizate și folosite în interpretarea rezultatelor și recomandarea de acțiuni în vederea corectării calității uleiului și eliminării cauzelor degradării acetsuia.

în laboratoarele specializate se efectuează analize de rutină ale principalelor caracteristici ale uleiurilor iar îa cerere, analiză spectrală,

Rezultatele analizelor dau informații corecte dacă probele sunt reprezentative.

C. Recoltarea probelor

Intervalul de timp la care se recoltează probele din uleiul de carter și mecanismele auxiliare este cuprins între 4 și 6 luni, în funcție de înțelegerea convenită între beneficiar și laboratorul de analiză. în cazul motoarelor fără cap de cruce se recomandă ca în primul an de funcționare sa se testeze uleiul la intervale de două luni.

Recoltarea corectă a probelor presupune următoarele:

-folosirea de recipiente perfect curate;

-recoltarea să se facă atunci când nivelul uleiului este normal și mereu în aceleași condiții;

-recoltarea se face atunci când motorul funcționează normal; pentru motorul principal este bine să se recolteze probe cu câteva ore înainte de ajungere în port;

• nu se recoltează probe din locuri stagnante sau imediat după centrifugă (decât dacă se urmărește funcționarea acesteia);

-probele se iau mereu din același punct; pentru motorul principal cea mai reprezentativă probă este cea din uleiul ce se întoarce din cilindru;

-notarea și sigilarea corectă a probelor trimise la laborator.

10.3.5.5. Interpretarea rezultatelor analizei uleiului

Semnificația rezultatelor analizelor poate fi evaluată numai dacă acestea sunt privite ca un tot unitar și în raport cu valorile inițiale ale uleiului proaspăt, analizele anterioare (cel puțin 4 - 5 valori) si chiar cele ulterioare. în acest fel se poate urmări evoluția calității uleiului si se pot trage concluzii corecte. Este de aceea recomandabilă colaborarea cu specialiștii din laboratoarele de analiză rapidă.

Atunci când rezultatele se află în afara limitelor normal acceptate decizia de a acționa este a mecanicului șef, cu acordul specialiștilor armatorului. De asemenea trebuie remarcat ca limitele acestea nu sunt fixe, ele pot f] modificate în baza experienței în serviciu sau ținând cont de indicațiile producătorului uleiului sau instalației. Apelarea la o bancă de date a unui laborator specializat poate oferi statistici utile pentru mecanici și poate confirma (și în unele cazuri modifica) limitele de control aplicate parametrilor folosiți în interpretarea rezultatelor analizelor.

în tabelul nr. 10.22 este prezentat un ghid de interpretare al rezultatelor analizelor uleiului în serviciu.

Tabelul 10.22. Ghid de interpretare al rezultatelor analizelor unui ulei de sistem

Analiza	Modificări față de valorile materiale		
	Direcția de variație	Cauze	Remedii
Punct de inflamabilitate	Descreștere	Diluarea cu combustibil	Oprită sursa de contaminare Schimbarea uleiului, parțială sau totală
Viscozitate cinematică	Creștere	Poate fi determinată de conținut ridicat de insolubile, oxidare, contaminare cu apă, contaminare cu combustibil cu viscozitate mare	Centrifugare intensivă pentru eliminarea apei și insolubilelor Schimbarea uleiului, parțială sau totală
	Descreștere	Poate fi determinată de contaminare cu apă sau contaminare cu combustibil cu viscozitate mică	
Cifra de neutralizare	Creștere	Conținut ridicat de acizi organici liberi proveniți din oxidare	Schimbarea uleiului, parțială sau totală
PH	Creștere	Determinată de amestecarea cu ulei cu alcalinitate mai mare	Etanșarea corectă a pistoanelor și bucșelor
-C.A.T (TAN)	Descreștere Creștere	Apariția acidității libere Creșterea acidității determinată de oxidarea hidrocarburilor sau/și scurgeri de H_2SO_4 din cilindru	Adăugarea de ulei proaspăt Spălarea cu apă pentru îndepărtarea acidului sulfuric, dacă nu este posibil imediat schimbul de ulei, urmata de centrifugare uscată cel puțin 48 de ore
-C.A.P. (SAN)	Prezența	Indică existența acidului sulfuric provenit din cilindru	Schimbarea uleiului
C.B.T. (TBN)	Creștere	Amestecare cu ulei cu bazicitate mai mare (scurgeri din cilindru)	Corectarea cauzelor ce determină funcționarea necorespunzătoare a motorului (ardere incompleta, suprarăcire)
	Descreștere	Creșterea acidității datorită pătrunderii H_2SO_4, contaminare cu apă ce dizolvă aditivii	Eliminarea surselor de contaminare cu apă (apă de răcire sau la centrifugă) Schimbarea uleiului, parțială sau totală
Conținut de apă	Prezență	Contaminare cu apă din sistem sau condens.	Identificarea și eliminarea sursei de contaminae.
Cloruri	Prezență în apă	Indică natura apei, dulce sau de mare, determinând sursa contaminării.	Centrifugare intensivă pentru eliminarea apei dulci. Când uleiul nu este alcalin și contaminarea s-a făcut cu apă de mare, spălarea cu apă tehnică (distilată).
Insolubile: -în petan (heptan) -în benzen (toluen)	Creștere	Creșterea insolubilelor în pentan (heptan) arată o cantitate mare de produși de oxidare și contaminare ce pot fi eliminate prin centrifugare. Creșterea insolubilelor în benzen (toluen) arata contaminare cu produse anorganice (oxizi, metale) abrazive. Diferența dintre cele două insolubile arată gradul de oxidare al uleiului.	Centrifugarea intensivă, uscata, cel puțin 24 de ore. Identificarea cauzelor abraziunii (eventuală lipsă a peliculei de ulei). Verificarea funcționării centrifugii și filtrelor, etanșărilor, a eventualei adăugări de ulei uzat în sistem. Schimbarea uleiului, parțială sau totală.
Analiza spectrografică:			
Ca, Ba, P, Zn	Scădere	Consumarea (epuizarea) aditivilor.	Identificarea defecțiunilor din instalațiile de exploatare ce pot conduce la sursele de contaminare și remedierea lor.
Fe, Cr, Mo, Cu, Pb, Al	Prezență	Uzura cămășii, pistoanelor, segmenților.	
Sn, Pb, Cu, Al, Ag	Prezență	Uzură lagăre.	
Cu, Sn	Prezență	Uzură presetupa.	
Al, Si, V, Ni	Prezență	Contaminare cu combustibil.	
Si, Na	Prezență	Contaminare cu praf din aer.	
Na, Mg	Prezență	Contaminare cu apă de mare.	
Na, B, (Si), (Cr)	Prezență	Contaminare cu apă de răcire.	
Aspect:			
Opac, tulbure, emulsionat		Insolubile emulsionate, apă în emulsie.	Centrifugarea cel puțin 24 ore.
Spumă		Pătrunderi de gaze în sistem.	Identificarea scurgerilor de gaz și eliminarea lor.

Unele recomandări ale firmelor producătoare de uleiuri privind limitele admisibile pentru caracteristicile uleiurilor sunt cuprinse în tabelul **nr.** 10.23. Valorile sunt stabilite pe baza urmăririi în serviciu a uleiurilor proprii. De reținut că limitele pot varia funcție de tipul de motor, condițiile de lucru și tipul de ulei.

Tabelul 20.23. Recomandări privind condițiile de admisibilitate pentru unele **valori** ale caracteristicilor uleiurilor în serviciu

Caracteristica	NORMAL	**ATENȚIE**	**ACȚIUNE**	Observații
Ulei de carter				
Punct de **inflamabilitate**, °C	> 190	190-160	< 160	
Variația **viscozității** cinematice la 40°C, %	± 15%	± 20%	peste ± 25%	
CAP (SAN), rag **KOH/g**	lipsă	–	> 0,02	
CBT (TBN), mg KOH/g	> 5	3-5	<3	motor cu cap de cruce (combustibil rezidual)
	4–10	1,5–4	< 1,5	motor fără cap de cruce (combustibil distilat)
	20-24 30–40	– –	<7 < 15-18	**motor fără** cap de cruce (combustibil rezidual)
Apă, % vol	< 0,5	0,5-1,0	> 1,0	motor cu cap de cruce
	< 0,2	0,2-0,5	> 0,5	motor fără cap de cruce
Insolubile în n-**heptan,** %	< 1,5	1,5-2,5	> 2,5	motoare **semilente** cu combustibil rezidual
	<1	1,0-1,5	> 1,5	motoare semilente (combustibil distilat)
Uleiuri pentru **turbine,** angrenaje, **sisteme** hidraulice				
CAT (TAN), mg **KOH/g**	< 0,2	0,2–0,4	> 0,4	ulei turbine
	< 0,7	0,7–1,6	> 1,6	ulei hidraulic, ulei pentru angrenaje cu roți dințate
Apă, % vol	< 0,1	0,1-0,2	> 0,2	ulei turbine abur
	< 0,1	0,1–0,5	> 0,5	mecanisme hidraulice
	< 0,5	0,5-1,0	> 1,0	**angrenaje** cu roți dințate
Variația **viscozității** cinematice la 40 °C, (cSt), în %	± 10%	± 10% ÷ ± 15%	peste ± 15%	ulei turbine, **angrenaje**
	± 10%	± 10% ÷ +15% –15 ÷ 25%	peste 15% sub 15 ÷ 25%	uleiuri hidraulice.

10.3.6. Specificații pentru uleiuri minerale

A. *Uleiuri minerale*

Caracteristicile uleiurilor minerale pentru motoare de nave sunt prezentate în **tabelele**. 10. 24 ÷ 10.29.

Tabelul 10.24. Uleiuri minerale româneşti pentru motoare de nave

Tip ulei	**Cls.** SAE	**Densitate** la 15°C kg/m³	Viscozitate cinematică, **mm²/s** **(cSt)**		IV	Punct de inflama-**bilitate** M, °C	Punct de **curgere,** °C	TBN mg **KOH/g**	Domeniu de utilizare
			50 °C	100 **°C**					
		max		min	min	min	max	**min**	
NC 50-70	50	922	115-150	17	85	225	-15	70	ungerea cilindrilor motoarelor lente cu cap de cruce
NS **40–25**	40	922	90-100	**14**	90	230	-15	25	ulei sistem pentru motoarele **semirapide** ce **funcţionează** cu combustibil rezidual
NL 30–8	30	912	60-75	11	90	220	-20	8	**ulei** carter pentru motoarele lente, în doi timpi

Tabelul 10.25. Uleiuri **minerale** marine ale firmei CASTROL

Denumire ulei	Clasa SAE	**Densi-tate** la 15 °C, **kg/m³**	Viscozitate **cinematică, mm²/s** (cSt)		Punct de **inflama-bilitate,** °C	Punct de curgere, °C	TBN mg **KOH/g**	Domeniu de utilizare
			40°C	**100°C**				
O	1	2	3	4	5	6	7	**8**
ULEIURI PENTRU **MOTOARE**								
CASTROL MARINE **CYLTECH** 80	50	945	209	19	225	-9	80	Ulei cilindru pentru motoare cu cap de cruce, special **aditivat antiuzură.**
CASTROL **MARINE S/DZ** 70	50	940	217	19	210	-9	70	Ulei cilindru standard pentru motoare cu cap de cruce.
CASTROL **MARINE** CDX 30	30	885	103	11,5	225	-15	5	Ulei de carter pentru motoare cu cap de cruce.
CASTROL MARINE MLC 30	30	897	107	,7	230	-18	12	Ulei sistem pentru motoare **fără** cap de cruce.
CASTROL **MARINE** MLC 40	40	905	139	14,0	240	-9	12	Idem.
CASTROL MARINE MXD 155	30	894	103	11,5	212	-15	15	
CASTROL MARINE MXD 154	40	899	145	14,5	215	-15	15	

Tabelul 10.25 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
CASTROL 215 MXD	30	901	103	11,5	213	-15	22	
CASTROL 220 MXD	40	902	138	14,0	208	-15	22	
CASTROL MXD 303	30	901	103	11,5	220	-15	30	
CASTROL MXD 304	40	902	138	14,0	225	-15	30	
CASTROL MXD 403	30	919	103	11,5	220	-15	40	
CASTROL MXD 404	40	919	138	14,0	225	-15	40	
ULEIURI HEAVY DUTY PENTRU MOTOARE RAPIDE								
CASTROL CRD-DB 30	30	892	109,6	,9	252	-27	10,6	Uleiuri pentru motoare **supraalimentate** ce ard combustibil distilat și lucrează în **condiții** grele.
CASTROL CRD-DB 40	40	897	149,6	14,7	258	-27	10,6	
CASTROL RX SUPER	15W/40	880	105	14,0	230	-30	13,6	Uleiuri pentru motoare ce lucrează în condiții severe.
ULEIURI PENTRU TURBINE	Cls. ISO						LV.	
CASTROL PERFECTO T 68	68	876	68	8,6	225	-9	95	Uleiuri pentru turbine. Pot fi folosite și ca ulei pentru transmisii și în instalațiile hidraulice cu presiune medie.
CASTROL PERFECTO T 100	100	875	96	10,8	225	-9	95	
ULEIURI PENTRU TRANSMISII								
CASTROL ALPHA SP 68	68	888	68	8,6	–	-21	95	Ulei pentru transmisii, **aditivat** pentru extremă presiune, **antioxidant, anticoroziune,** tendință mică de **spumare.**
CASTROL ALPHA SP 100	100	893	100	19,1	–	-21	95	
CASTROL ALPHA SP 150	150	897	150	14,5	–	-21	95	
CASTROL ALPHA SP 220	220	899	220	18,7	–	-21	95	
CASTROL ALPHA SP 320	320	902	320	24,0	–	-18	95	
CASTROL ALPHA SP 460	460	903	460	30,5		-10	95	
ULEIURI HIDRAULICE								
CASTROL HYSPIN AWH-M 15	15	870	15	3,8	160	-51	150	Uleiuri pentru sisteme hidraulice, cutii de viteze, ungerea **turbosuflantelor.**
CASTROL HYSPIN AWH-M 32	32	875	32	6,3	190	-42	150	
CASTROL HYSPIN AWH-M 46	46	875	46	8,1	190	-39	150	
CASTROL HYSPIN AWH-M 68	68	880	68	10,9	190	-39	150	
CASTROL HYSPIN AWH-M 100	100	880	100	13,3	190	-30	130	
CASTROL HYSPIN AWH-M 150	150	885	150	17,7	190	-30	130	
ULEIURI FRIGORIFICE								
CASTROL ICEMATIC 299		920	55,5	6,0	183	-36	-54	Pentru agenți frigorifici solubili în ulei, R22 sau/și cei ce au temperaturi de evaporare mai mici de -30 °C. Pentru **compresoare** cu NH_3 (amoniac).

Tabelul 10.25 (c[illegible]inuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUSE DIVERSE								
CASTROL PERFECTO T'H5		875	31	5,3	210	-9	10	Ulei pentru [illegible]sfer[illegible]ic.
CASTROL AIRCOL PD 68	S	902	80	8,57	222	‚Sa	96	Uiei pentru compresoare de aer de toate tipurile.
CASTROL AIRCOL PD 100	2)	902	10	11,4	243	[illegible]	100	
CASTROL CORAL 2		943	222	[illegible]	219	-12	33	Ulei pentru tubul etambou cu bună emulsionare.

Tabelul 10.26. Ulei[illegible] minerale [illegible]e ale firmei [illegible]LL

Denumire ulei	Clasa SAE	I.V.	Densitate la 15°C kg/m³	Viscozitate mm²/s (cst) 40°C	100°C	Punct de inflamabilitate PM, °C	Punct de curgere °C	TBN mg KOH/g	Domeniu de utilizare
0	1	2	3	4		5	6	7	8
ULEIURI PENTRU MOTOARE									
SHELL ALEXIA Oil 50	50		936	211	19,5	210	-13	00	Ulei cilindru pentru motoare ce ard combustibil cu < 3,5%S
SHELL ALEXIA X Oil	5		974	5	19,5	210	-18	100	Ulei cilindru pentru motoare ce ard combustibil cu mult peste 3,5%S.
SHELL MELINA Oil	30		888	1S	11,6	227	-18	5,0	Ulei carter și răcire pistoane pentru motor cu cap de cruce.
SHELL MELINA S Oil	30		890	1S	11,8	227	-18	8,9	Ulei carter și răcire pistoane pentru motor cu cap cruce. Ulei sistem pentru motor principal sau auxiliar ce funcționează cu combustibil distilat Ambele uleiuri se folosesc și pentru: turbosuflante, instalații de punte, tub etambou, angrenaje, orice echipament ce necesită ulei SAE30.
SHELL GADINIA Oil 30 SHELL GADINIA Oil 40 SHELL GADINIA MultigradeOil	30 40	10[illegible] 10[illegible]	897 900 886	104 139	11,8 14,4 10,8	227 227 188	-18 -18 -33	12 12 10	Ulei, sistem pentru motoare principale fără cap de cruci și motoare auxiliare. Se mai folosesc oriunde, se cere ulei SAE 30 sau 40: transmisii, turbosuflante, elicii cu pas reglabil, tub etambou, instalații de punte.

Tabelul 10.26 (continuare)

0	1	2	3	4		5	6	7	8
SHELL ARGINA T Oil 30 SHELL ARGINA T Oil 40	30 40	102 102	910 913	104 139	11,8 11,4	212 211	-18 -18	30 30	Toate motoarele **semirapide** în 4 timpi ce ard combustibil **rezidual.Motoare** principale şi auxiliare ce ard combustibil distilat Alte scopuri unde este necesar SAE 30 sau 40.
SHELL ARGINA X Oil	40	99	921	145,6	14,59	205	-27	40,6	Ulei pentru motoare medii ce ard combustibil rezidual cu conţinut mare de sulf.
SHELL SIRIUS Oil 5W/40 SHELL SIRIUS Oil 30 SHELL SIRIUS Oil 40 SHELL SIRIUS Oil **FB** 30 SHELL SIRIUS **Oil FB** 40	**5÷40** 30 40 30 40		884 885 889 893 896		14,2 11,4 14,4 11,4 14,4	200 212 215 202 205	-27 -18 -15 -18 -15	10 10 10 9 9	Ulei sistem pentru motoare medii si rapide ce ard combustibil **distilaţi,** sunt **mutlifuncţionali** şi se pot folosi pentru alte scopuri unde este necesar ulei SAE 30 sau SAE 40. Ulei de sistem ce împiedici formarea de lacuri în motoare ce ard combustibil distilat.
ULEIURI PENTRU TURBINE CU ABUR ŞI **GAZE**									
SHELL TURBO **Oil** T 68 SHELL TURBO **Oil** T 78 SHELL TURBO **Oil** T 46	**ISOVG** 68 **ISOVG** 78 ISOVG 46		877 897 874	68 78 46	8,8 9,4 6,7	229 232 207	-9 -9 -9	98 96 99	Uleiuri de turbine, rezistente la **oxidare, spumare, emulsionare.** protecţie excelentă **antirugină.** Se pot folosi şi pentru: lagărele motoarelor electrice şi generator, ulei de carter pentru motoare auxiliare cu abur. Sisteme **hidraulice,** tub etambou si alte echipamente ce necesită ulei ISO VG 46;68 sau 78.
ULEIURI HIDRAULICE	Clasa ISO								
SHELL **TELLUS Oil** T 15 **SHELL TELLUS Oil T 32** SHELL TELLUS **Oil** T 37 SHELL TELLUS OU T 46 SHELL TELLUS **Oil** T 68 SHELL TELLUS **Oil** T 100	15 32 37 46 68 **100**		871 872 877 897 877 843	15 32 37 46 68 100		160 170 220 210 176 230	-55 -50 **-45** **-45** -40 -35		Uleiuri hidraulice cu LV. ridicat foloseşte în locuri cu variaţii mari de temperatură. **Aditivitate antioxidant, anti-spumă,** anti-rugină.
ULEIURI PENTRU **TRANSMISII**									
SHELL **OMALA Oil** 68 SHELL OMALA **Oil** 100 SHELL OMALA **O** 150 SHELL OMALA Oil 220 SHELL OMALA **Oil** 320	68 100 150 220 320		891 893 897 899 903	68 100 150 320 320		229 232 238 238 238	-27 -26 -21 -18 -15	100 **100** 100 100 100	Uleiuri pentru transmisii **aditivate** pentru extremă **presiune.**
ULEIURI PENTRU COMPRESOARE									
SHELL CORENA **Oil** P 68 SHELL CORENA **Oil** P 10	68 100		876 881	68 100	8,1 9,4	207 207	-27 -27	80 60	Uleiuri pentru compresoare de aer cu excelentă rezistenţă la **uzură,** oxidare si uşoară **dezemulsionare.**

0	1 2	3	4		5	6	7	8
SHELL CORENA Oil S 68 SHELL CORENA Oii S 100	68 100	876 881	68 100	8,8 11,1	210 227	-30 -30	102 97	Uleiuri unice pentru ungerea **compresoarelor** de aer rotative de aer, cu **performanțe** comparabile cu ale uleiurilor sintetice. Lucrează până la temperaturi de 120°C.
SHELL MADRELA Oil T SHELL MADRELA Oil AP 68 SHELL MADRELA Oil AP 100	185 68 100	1056 993 986	185 68 100	35,0	262 224 262	-30 -51 -39	200	Ulei pentru turbine cu gaze cu mare rezistență la **oxidare.** Uleiuri pentru turbine cu gaze.
ULEIURI PENTRU INSTALAȚII FRIGORIFICE								
SHELL CLAVUS Oil G 46 SHELL CLAVUS Oil G 68 SHELL CLAVUS Oil 46 SHELL CLAVUS Oil 68 SHELL SD REFRIGERATOR	46 68 46 68	891 893 895 900 897	46 68 46 68 42		204 210 1881 195 180	-39 -36 -36 -33 -36		Uleiuri folosite în **compresoarele** instalațiilor frigorifice. Ulei frigorific.
ULEIURI DIVERSE								
SHELL THERMA Oil B SHELL **THERMA** Oil 460	 460	869 897	31 460		216 310	-18 -9		

Observație: Uleiurile pentru turbine nu se amestecă cu alte tipuri de ulei: CORENA cu MELINA, nu se **amestecă, ci** se înlocuiesc!

Tabelul 10.27. **Uleiuri minerale marine ale firmei MOBIL**

Denumire **ulei**	**Cls.** SAE	Densitate la 150°C **kg/m³**	Viscozitate **mm²/S (cSt)** 40°C	100°C	Punct de **inflamabilitate** PM, °C	Punct de curgere °C	TBN **mgKOH/g**	Domeniu de utilizare
0	1	2	3		4	5	6	7
ULEIURI PENTRU **MOTOARE**								
MOBIL GARD 570	50	934	**199**	17,8	225	-6	70	Ulei cilindru.
MOBIL GARD 685 M	60	962	299	24,5	234	-7		Ulei cilindru pentru condiții severe, la cerere.
MOBIL DTE BB	50	896	209	18,2	227	-4		Uleiuri cilindru, la cerere.
MOBIL GARD 5 12	50	942	199	18,4	241	-6	15	Ulei cilindru la cerere, pentru motoare medii ce ard combustibil cu până la **1,5%S**
MOBIL GARD 300	30	893	113	,9	227	**-9**		Ulei de carter pentru motoare cu cap cruce.
MOBIL GARD 312	30	894	103	11,8	218	-18	15	Uleiuri sistem pentru motoare ce ard combustibil cu sulf până la **1,5%.**
MOBIL GARD 412	40	896	139	14,4	227	-12	15	

Tabelul 10.27 (continuare)

0	1	2	3		4	5	6	7
MOBIL GARD 324	30	908	105	11,8	218	-18	30	Uleiuri sistem pentru motoare ce ard combustibil rezidual cu sulf mult.
MOBIL GARD 424	40	914	138	14,4	227	-12	30	
MOBIL GARD 342	30	914	109	11,8	218	-18	40	Uleiuri sistem pentru motoare ce ard combustibil cu sulf mult in condiţii severe de presiune.
MOBIL GARD 442	40	917	142	14,4	227	-12	40	
MOBIL GARD 450	40	907	140	14,6	232	-12		Uleiuri sistem pentru motoare ce ard combustibil cu până la 2% S.
MOBIL GARD ADL 30	30	893	103	11,6	228	-26	15	Uleiuri sistem pentru motoare medii şi rapide ce ard combustibil cu mai puţin de 1,5% S.
MOBIL GARD ADL 40	40	897	143	14,5	255	-15	15	
ULEIURI PENTRU TURBINE	clasa ISO							
MOBIL DTE O Heavy Medium	68	875	64,5	8,5	204	-7		Uleiuri pentru turbine cu abur şi gaze.
MOBIL DTE Oil Heavy	100	880	81,3	10	204	-7		
MOBIL DTE Oil Extra Heavy	150	891	142,5	143	227	-4		
ULEIURI HIDRAULICE								
MOBIL DTE 11 M	15	861	15,9	4,1	166	-40		Uleiuri hidraulice cu stabilitate la oxidare şi indice de viscozitate ridicat.
MOBIL DTE 13 M	32	874	33,2	6,7	166	-40		
MOBIL DTE 15 M	46	883	47,5	8,2	166	-40		
MOBIL DTE 16 M	68	892	69,8	10,4	166	-40		
MOBIL DTE 18 M	100	895	101,9	13,3	166	-34		
MOBIL DTE 19 M	150	897	146,3	16,5	166	-35		
MOBIL DTE 21	10	880	10,9	2,82	166	-32		Uleiuri hidraulice cu stabilitate la oxidare şi uşoară separare a apei şi aerului.
MOBIL DTE 22	22	865	20,5	4,1	207	-32		
MOBIL DTE 24	32	875	29,9	5,1	208	-20		
MOBIL DTE 25	46	879	43,7	6,4	214	-18		
MOBIL DTE 26	68	884	64,3	8,6	226	-18		
MOBIL DTE 27	100	889	95	10,7	230	-18		
ULEIURI PENTRU TRANSMISII								
MOBIL GEAR 626	68	887	64,5	8,7	204	-24		Uleiuri de transmisii adiativate pentru extremă presiune cu bună separare a apei şi protecţie împotriva coroziunii.
MOBIL GEAR 627	100	898	95	11	207	-24		
MOBIL GEAR 629	150	892	142,5	14,4	210	-24		
MOBIL GEAR 630	220	896	209	18,2	216	-18		
MOBIL GEAR 632	320	900	304	22,6	232	-18		
MOBIL GEAR 634	460	909	437	28,4	232	-6		
MOBIL GEAR 636	680	919	646	35,8	232	-6		

Tabelul 10.27 (continuare)

0	1	2	3		4	5	6	7
ULEIURI PENTRU **COMPRESOARE**								
MOBIL **RARUS** 425		873	43,6	6,7	236	-9		La cerere.
MOBIL RARUS 427		882	83	10	250	-9		Uleiuri pentru **compresoare** folosite in cazul temperaturilor **finale** ridicate..
ULEIURI PENTRU INSTALAȚII FRIGORIFICE								
GARGOYLE **ARCTIC** Oil 300		902	58	6,3	190	-30		Uleiuri cu bune proprietăți de curgere și temperatură de flocurare a freonului foarte scăzută.
ULEIURI **DIVERSE**								
MOBIL THERM 594	5	874	4,15		**124 (PM)**	-40		Uleiuri pentru transfer termic, până la **250°C.**
MOBIL THERM 603	22	863	19,9		210	-18		Idem până la **320°C.**
MOBIL THERM 604	32	868	31,7		218	-18		
MOBIL 600	460	900	495	31,8		4		Ulei ungere cilindrii motoarelor cu abur.

Tabelul 10.28. Uleiuri minerale marine ale firmei EXXON

Denumire **ulei**	**Cls. SAE**	Cls. API	Densitate la 15 °C, **kg/m³**	Viscozitate cinematică, **mm²/s (cSt)**		**I.V.**	Punct de inflama-**bilitate,** °C	Punct de curgere °C	TBN mg KOH/g	Domeniu de utilizare
				40°C	100°C					
0	**1**	**2**	3	4	5	6	7	8	9	10
ULEIURI PENTRU **MOTOARE**										
EXXMAR X 60	50	–	935	240	19,5	94	234	-9	60	Ulei cilindru pentru rate moderate de alimentare.
EXXMAR X 70	50	–	945	240	19,5	94	230	-9	70	Ulei **cilindru-principal.**
EXXMAR X 90	50	–	960	240	19,5	94	224	-9	90	Ulei cilindru pentru necesar special de TBN.
EXXMARXP	30	–	891	110	12,0	98	266	-12	0	Uleiuri carter pentru motoare
EXXMARXA	30	CC	894	110	12,0	98	262	-12	6	cu cap de cruce.
EXXMAR 12 TP 30	30	CD	898	110	12,0	98	252	-18	12	Uleiuri pentru motoare **fără** cap de cruce:
EXXMAR 12 TP 40	40	CD	902	146	14,4	96	258	-12	12	-ce ard combustibil **distilat;**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EXXMAR 24 TP 30	30	CD	906	110	12,0	98	246	-18	24	-ce ard combustibil rezidual, cu diferite grade de severitate;
EXXMAR 24 TP 40	40	CD	910	146	14,4	96	254	-12	24	
EXXMAR 30 TP 30	30	CD	910	110	12,0	98	244	-18	30	
EXXMAR 30 TP 40	40	CD	913	146	14,4	96	252	-12	30	
EXXMAR 40 TP 30	30	CD	916	110	12,0	98	240	-18	40	
EXXMAR 4 TP 40	40	CD	919	146	14,4	96	250	-12	40	
EXXMAR CM 30	30	CD	887	105	11,8	100	220	-18	8	-pentru motoare rapide în special pe nave de fluviu, coastă, de **pescuit;**
EXXMAR CM 40	40	CD	888	150	14,8	98	225	-15	8	
EXXMAR CM 15W-40	15W-40	CF-4	884	112	14,7	134	204	124	8	
EXXMAR CM+30	30	CD	891	106	11,8	99	225	-27	8	
EXXMAR CM+40	40	CD	894	137	14,1	100	230	-18	8	
EXXMAR CM+15W-40	15W-40	CF-4	886	106	14,2	136	220	-27	8	
EXXMAR CM EXTRA	15W-40	CF-4	886	108	14,7	135	204	-24	10	
EXXMAR CM SUPER	15W-40	CE	889	105	14,1	135	217	-33	14	
DE-MAR 17	40	CD	905	180	15,0	79	230	-12	17	-fără zinc.
ULEIURI PENTRU TURBINE		Cls.ISO								
TRO-MAR T		77	876	76	9,5	103	236	-6	–	Ulei pentru turbine cu abur rezistent la presiuni mari și extreme.
TRO-MAR T EP		77	876	76	9,5	103	236	-6	–	
ULEIURI HIDRAULICE										
NUTO H 15		15	859	14	3,3	100	186	-33	–	Uleiuri **hidraulice** aditivate antioxidant și **anti-rugină,** pentru presiuni ridicate.
NUTO H 32		32	872	30	5,2	100	210	-30	–	
NUTO H 46		46	878	43	6,5	100	216	-30	–	
NUTO H 68		68	884	64	8,4	101	210	-24	–	
NUTO H 100		100	888	95	10,8	97	236	-24	–	
UNIVIS N 15		15	862	14	3,6	151	189	-45	–	
UNIVIS N 32		32	870	30	6,0	151	212	-42	–	
UNIVIS N 46		46	873	44	7,9	152	221	-39	–	
UNIVIS N 68		68	879	66	10,7	152	224	-36	–	
UNIVIS N 100		100	884	98	14,6	156	232	-33	–	
ULEIURI PENTRU TRANSMISII										
SPARTAN EP 68		68	880	67	8,7	102	230	-30	–	Uleiuri pentru transmisii aditivate pentru extremă presiune.
SPARTAN EP 100		100	885	100	11,1	96	236	-27	–	
SPARTAN EP 150		150	890	149	14,5	95	244	-24	–	
SPARTAN EP 220		220	895	219	18,6	94	250	-21	–	
ULEIURI PENTRU COMPRESOARE FRIGORIFICE										
ZERO-MAR 68		68	894	62	7,6	81	202	-33	–	Rezistență bună la **oxidare,** temperatură de congelare scăzută.

Tabelul 10.29. **Uleiuri sintetice marine**

Firma	Denumire ulei	Cls.	Densitate la 15 °C, kg/m³	Viscozitate cinematică, mm²/s (cSt) 40°C	100°C	Punct de inflamabilitate, °C	Punct de curgere °C	TBN mg KOH/g	I.V.	Domeniu de utilizare
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ULEIURI PENTRU COMPRESOARE/ ULEIURI PENTRU INSTALAŢII FRIGORIFICE.										
CASTROL	CASTROL MARINE SMS 12	SAE 5W-40	860	85,7	13,7	252	-60	12	–	Ulei multigrad pentru condiţii extrem de severe. (API. CD, etc.)
MOBIL	MOBILGARD SHC 120	–	879	93	13,1	236	-54			Ulei pentru motoare medii, pentru condiţii de presiune severe.
ULEIURI HIDRAULICE PENTRU TRANSMISII										
		ISO VG								
CASTROL	CASTROL ALPHA SYN T 15	15	839	14,8	3,6	182	-60	–	127	Uleiuri hidraulice / transmisii pentru solicitări mari mecanice şi termice.
	CASTROL ALPHA SYN T 32	32	857	31,9	6,2	216	-54	–	145	
	CASTROL ALPHA SYN T 46	46	854	46,0	8,0	230	-54	–	145	
	CASTROL ALPHA SYN T 68	68	859	68,3	10,8	230	-51	–	149	
	CASTROL ALPHA SYN T 100	100	861	100	14,3	284	-54	–	147	
	CASTROL ALPHA SYN T 150	150	863	148	19,4	278	-48	–	151	
	CASTROL ALPHA SYN T 220	220	866	215	26,0	284	-48	–	153	
	CASTROL ALPHA SYN T 320	320	860	287	37,0	292	-45	–	179	
MOBIL	MOBIL SHC 524	32	857	30,4	6	204	-54	–	–	Uleiuri hidraulice pentru condiţii foarte severe şi temperaturi extreme.
	MOBIL SHC 526	68	861	66,4	10,9	240	-48	–	–	
	MOBIL SHC 626	68	827	64,6	10,5	241	-50			Uleiuri pentru angrenaje şi de circulaţie pentru temperaturi extrem de scăzute sau ridicate.
	MOBIL SHC 629	150	864	142,5	18,7	238	-45			
	MOBIL SHC 630	220	868	209	24,6	238	-36			
	MOBIL SHC 632	320	870	304	33	230	-35			
	MOBILGEAR SH 220	220	871	213	25,7	237	-51			Uleiuri pentru transmisii la presiuni mari şi temperaturi extrem de fluctuante.
	MOBILGEAR SH 320	320	872	294	33,5	233	-48			

Tabelul 10.29 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EXXON	UNIVIS BIO SHP 46	46	850	46	8,4	257	-51		160	Ulei hidraulic **biodegradabil.**
	SPARTAN SEP 220	220	856	232	26,5	234	-39		147	Ulei pentru angrenaje cu
	SPARTAN SEP 320	320	859	327	34,3	232	-36		148	presiuni foarte mari.
	TERESCO SHP 220	220	845	211	24,7	272	-42		146	Ulei pentru lagărele
	TERESCO SHP 320	320	859	333	34,7	280	-36		148	centrifugelor şi de circulaţie.
ULEIURI PENTRU COMPRESOARE / ULEIURI PENTRU INSTALAŢII FRIGORIFICE.										
CASTROL	CASTROL AIRCOL SN 68	68	-	65	7,5	266	-33	–	67	Ulei pentru **compresoare** de
	CASTROL AIRCOL SN 100	100	960	100	10,3	245	-48	–	90	aer.
	CASTROL AIRCOL PG 185		1058	185	35	260	-30	Pct. Fl. °C	200	Ulei pentru compresoare de gaze.
	CASTROL ICEMATIC 2284	68	880	63,3	6,5	186	-33	< -70	–	Ulei pentru temperaturi de
	CASTROL ICEMATIC 2285	100	868	98,0	8,1	196	-30	< -60	–	evaporare extrem de scăzute şi
	CASTROL ICEMATIC 2293	32	827	29,7	5,7	250	-60	-42	–	temperaturi de descărcări
	CASTROL ICEMATIC 2294	68	835	68,7	10,8	250	-60	-42	–	compresor ridicate.
	CASTROL ICEMATIC 2295	220	845	216,7	25,2	250	-45	-42	–	
	CASTROL ICEMATIC SW	46	982	44,9	6,9	254	-42	–	–	Ulei pentru agenţii **frigorifici** R 134a, R 12, R 22.
MOBIL	GARGOYLE ARCTIC SHC 226	68	833	62,8	10,1	218	-45	–		Uleiuri pentru compresoare
	GARGOYLE ARCTIC SHC 230	220	846	209	24,7	218	-40	–		frigorifice.
	GARGOYLE ARCTIC SHC 234		853	405	40	285	-43	–		
	GARGOYLE ARCTIC SHC 326		849	65	42,2	190	-30	–		
	MOBIL RARUS 827	68/	945	80	8	221	-37	–	–	Uleiuri pentru compresoare.
	MOBIL RARUS 829 (la cerere)	100	976	140	12,6	275	-28	–	–	
	MOBIL RARUS SHC 924		857	28,3	5,2	230	-40	–	–	Uleiuri pentru compresoare de
	MOBIL RARUS SHC 926		859	64,6	10,06	230	-36	–	–	aer cu **injecţie** de ulei.
	GAS COMPRESOR BIL		1056	175	32,3	294	-36			Uleiuri pentru compresoare de gaze.
EXXON	SYNESSTIC 68	68	956	65	7,7	266	-34	–	67	Uleiuri pentru compresoare de
	SYNESSTIC 100	100	961	100	10,5	246	-48	–	89	aer.
	EXXCOLUB SLG	–	1060	185	35,0	260	-30		> 200	Lichid de serviciu pentru gaze.
	ZERICE S 68	68	865	64	6,5	186	-33	–	–	Uleiuri **refrigerente** cu
	ZERICE S 100	100	868	93	8,1	196	-30	–	–	**solubilitate** scăzută.
	ZERO - POL S 68	68	834	68	10,4	254	-48	–	–	Lichide refrigerente cu
	ZERO - POL S 220	220	843	240	27,2	264	-45	–	–	**solubilitate scăzută.**

B. *Uleiuri sintetice.*

în ultimii ani s-au diversificat tot mai mult sortimentele de uleiuri sintetice pentru marină. Deși mai scumpe decât uleiurile minerale, ele au devenit competitive datorită unor calități net superioare:

-o mai mare fluiditate la temperatura scăzută și o mai bună pompabilitate ;

-aderență mai mare a peliculei de ulei la temperatură ridicată și o viscozitate mai bună;

-reducerea temperaturii de lucru în lagăr;

-stabilitate termică și la oxidare mult mai mare.

10.3.7; Unsori consistente

10.3.7.1. Compoziție

Unsorile consistente reprezintă dispersii coloidale ale unor agenți de îngroșare (faza dispersă) în uleiuri minerale sau lichide uleioase (mediul de dispersie).

Ca mediu de dispersie se folosesc cel mai adesea uleiuri minerale rafinate sau uleiuri sintetice.

Agenții de îngrosare sunt:

-săpunuri metalice: săpunuri de Li, Na, Ca, Ba, Pb, Al săpunuri mixte;

-grafit coloidal sau în fulgi, sulfura de molibden, sulf;

-hidrocarburi solide (stearină);

-pulberi metalice: Al, Zn.

Unsorilor li se adaugă și aditivi: pentru mărirea stabilității dispersiilor coloidale, pentru mărirea aderenței unsorii la suprafețele metalice, aditivi antioxidanți, aditivi anticoroziune, aditivi pentru extremă presiune.

10.3.7.2. Proprietățile unsorilor consistente

Proprietățile unsorilor sunt determinate atât de natura fazei uleioase cât mai ales de concentrația și natura agentului de îngroșare.

Majoritatea caracteristicilor exprimă compoziția chimică (componente si impurități); performanța în serviciu este determinată de două caracteristici specifice:

Punctul de picurare (Dropping point), ce reprezintă temperatura cea mai scăzută la care, în condiții determinate, din unsoare se desprinde prima picătură de fluid. Această caracteristică determină domeniul de temperaturi de utilizare.

Penetrația (Penetration), reprezintă adâncimea, exprimată în zecimi de milimetru, până la care un con de formă definită pătrunde în unsoare sub acțiunea greutății proprii și la temperatură standardizată (de obicei +25°C).

Consistenta unsorilor tinde să crească în timpul depozitării și scade atunci când sunt deranjate (amestecate), așa încât penetrația se determină după amestecare în anumite condiții.

10.3.7.3. Clasificarea unsorilor consistente

Unsorile se clasifică după domeniul de utilizare si după consistentă (STAS 4951-81). Clasificarea după consistență este adoptată după clasificarea NLGI (National Lubrificating Grease Institute).

Notare unsorilor după STAS 4951-81 se face astfel:

-notarea după domeniul de utilizare, urmată de:

-valoarea minimă a punctului de picurare;

-simbolul chimic al cationului (cationilor) săpunului sau inițiala denumirii produsului de îngroșare altul decât săpun;

-consistența unsorii (după clasificarea NLGI);

-inițialele EP, dacă unsoarea este aditivată pentru extremă presiune.

Tabelul 10.30. **Clasificareaunsorilor** consistente

Clasificare după domeniul de utilizare		Clasificare după consistență		
Denumirea unsorii:	Notare	**Consistență**	Penetrație la **25°C** (în zecimi de mm)	Notare
-**lubrifiantă** de uz general	U	fluidă	445-475	000
-**lubrifiantă** pentru rulmenți	Rul	semifluidă	400-430	00
-lubrifiantă multifuncțională	UM	foarte moale	350-390	0
-lubrifiantă pentru temperaturi joase	τ_i	moale	305-345	1
		semimoale	260-300	2
-lubrifiantă pentru lagăre deschise	LD	medie	215-255	3
		semitare	170-210	4
-pentru etanșare	E	tare	125-165	5
		foarte tare	80-120	6
-rezistentă la solvenți organici	RS	extrem de tare	sub 75	7
-pentru protecția suprafeței metalice	AR			

Exemplu de notare: unsoarea U 85 Ca3 - este o unsoare de uz general, cu punct de picurare minim 85 °C, pe baza de săpun de calciu, de consistență 3.

Câteva recomandări de folosire a unsorilor sunt cuprinse în tabelul nr. 10.31.

Trebuie remarcat că unsorile pe bază de săpun de sodiu (Na) nu se folosesc în locuri unde acestea pot veni în contact cu apa.

10.3.7.4. Specificații

În tabelul 10.31 sunt prezentate unele recomandări privind folosirea unsorilor consistente românești.

Tabelul 10.31. Recomandări privind folosirea unsorilor consistente româneşti

Tipul unsorii	Caracteristici conform STAS...	Interval de temperatură de utilizare, °C	Penetraţie la 25 °C (în 0,1 mm)	Punct de picurare, °C	Utilizare
U 75 Ca 2	562-86	-20...+50	260...300	75	Ungerea lagărelor, glisierelor, alte locuri după prescripţii.
U 80 Ca 0	562-86	-20...+55	350...390	80	
U 85 Ca 3	562-86	-20...+60	215...255	85	
U 100 Ca 4	562-86	-10...+70	170...21Q	100	
U 77 Ca 2G	11293-79	–	260...300	77	Ungerea mecanismelor grosiere (conţine adaos grafit).
LD 180 Li Ca Pb 7G	2721-86	–	max 75	180	Ungerea lagărelor deschise ce lucrează la presiuni mari şi temperaturi ridicate.
Rul 100 Ca 3	1608-84	-20...+65	215...255	100	Ungerea rulmenţilor.
Rul 145 Na 3	1608-84	-20...+100	215...255	145	
Rul 165 Na 4	1608-84	-20...+120	170...210	165	
Rul 175 Na Ca 1/2	NTR 6833-76	–	280...320	175	Ungeri centralizate prin conducte foarte subţiri (aditivi E.P).
Rul S 180 Na 3/4	NID 47 77-71	+150. .+165	180...250	180	Aditivatantioxidant.
U 175 Li 2	8961-89	-55...+80	260...300	175	Ungerea mecanismelor fine (punct de congelare max –50°C).
UM Li 2	12721-89	-30... 130	260...300	185	Ungerea mecanismelor, rulmenţilor, altor dispozitive (antioxidant, antiuzură).
UM Li 3	12721-89	-30...130	215...255	185	
UM 185 Li 2M	12627-88	-35 ..+120	260...300	185	Lagăre la presiuni mari, angrenaje cu roţi dinţate, angrenaje solicitate la şocuri. Aditivate antiuzură, antioxidant, EP. Conţine MoS_2.
UM 185 Li 3M	12627-88	-30...+130	215...255	185	
UM 165 Li Ca î	8789-83	-30...+ÎOO	305...345	165	Ungerea lagărelor de alunecare şi rostogolire.
UM 170 Li Ca 2	8789-83	-30...+110	260...300	170	
UM 175 Li Ca 3	8789-83	-30...+120	215...255	175	
UM 160 Li Ca Pb 1	9874-85	-30. .+100	305...345	160	Ungerea rulmenţilor şi lagărelor (aditivat EP).
UM 170 Li Ca Pb 2	9874-85	-30...+110	260...300	170	
UM 175 Li Ca Pb 3	9874-85	-30...+120	215...255	175	
T_i 70	6320-83	+50...-40	270...330	–	Ungerea şi protecţia unor piese pe timp de iarnă.
T_i60	6320-83	+40. -55	–	–	
B 55 Ba Si 5	NTR 8004-79		125...175	55	Folosită la protecţie şi etanşare.
UM Ba Al 3	NTR 3710-69		215...255	90	Ca atare sau diluată pentru protecţia metalelor contra coroziunii.
AR 95 Al 3	STR 13217-90		215...255	95	Protecţie anticorozivă.

în tabelul 10.32 sunt prezentate caracteristicile unor unsori recomandate de unele firme străine pentru folosire în domeniul naval.

Tabelul 10.32. Unsori recomandate pentru folosirea la bordul navelor maritime

Firma producătoare	Denumirea unsorii	Domenii de **temp.** de lucru, °C	Penetrație la 25 **°C** (în **0,1** nun)	Punct de picurare, °C	Tipul unsorii	Utilizare
CASTROL	SPHEEROL EP2 GREASE	-30...+130	**265...295**	165-175	Li	**Multifuncționlă aditivată** EP, rezistă la șocuri.
	SPHEEROL SX2 GREASE	-20...+150	**262...285**	**> 300**	Ca	Lagăre deschise cu condiții grele de lucru, cabluri, **lanțuri,** etc.
	SPHEEROL **LMM2** GREASE	-20...+120	265...293		**Li+MoS_2**	Unsoare hidrofugă, rezistentă la temperatură, presiune.
SHELL	**ALVANIA** GREASE R3	max 135	220...250	185	Li	Lagăre de rostogolire ce lucrează la temperaturi ridicate.
	ALVANIA EP GREASE 2	max 110	**265...295**	185	Li	
	RHODINA GREASE 2	max 60	**265...295**	90	Ca	Rezistență la apă, pentru lagăre cu rostogolire.
MOBIL	**MOBILUX SHC 32**	-20...+120	**355...385**	180	Li	Lagăre de alunecare și rostogolire.
	MOBILUX **SHC 100**	-20...+120	**285...295**	**177**	Li	
	MOBILUX SHC 460	-20...+120	235	190	Li	
	MOBILTAC 81		280	260	**Ca+MoS_2**	Lagăre deschise, condiții grele, sprayabilă până la -5°C.
	MOBILTEMP SHC 32	-55...+180	290...340	230	Gel	Unsoare sintetică pentru lagăre de alunecare și rostogolire. Idem aditivată EP.
	MOBILTEMP SHC 100	-55...+180	265...295	260	Gel	
	MOBILTEMP SHC 460	-35...+180	305	288	Li complex	
	GLYGOILE GREASE 00	-18...+120	425	170	Li "	Unsoare sintetică **semilichidă.**
	MOBIL ARMA 798	–	–	–		Unsoare pentru protecția cablurilor împotriva coroziunii.
EXXON	BEACON EP 2	-30...+125	272	190	Li	Proprietăți EP.
	RUST-BAN 326	–	249	pt. 66°C	–	**Autoetanșare,** rezistentă la intemperii.
	UNIREX RS 300	-50...> 200	283	288	Li complex	Unsoare sintetică aditivată EP.

Bibliografie

[1] E.Dinu — Combustibili,lubrifianți, apă. Litografiat I.M.M.B., Constanța, 1976

[2] L.Negulescu ș.a. — Cartea laborantului de tratarea apelor pentru cazane. Editura Tehnica, București, 1976

[3] C. Pătrașcu ș.a. — Analiza apelor. Editura Scrisul Românesc, Craiova, 1980

[4] * * * — Ashland Chemical. Drew Ameroid Marine Division. Shipboard water treatment manual, 4th Edition

[5] G.A. Rădulescu s.a. — Fizico- chimia si tehnologia uleiurilor lubrifiante. Editura Tehnică, București, 1982

[6] St. Popa ș.a. — Uleiuri minerale pentru utilaje și procese industriale. Editura Tehnică, București, 1978

[7] A. Nica ș. a. — Alegerea si utilizarea lubrifianților și combustibililor pentru motoare termice. Editura Tehnică, București, 1978

[8] * * * — M.A.N. B&. Operation on Heavy Residual Fuels

[9] * * * — I.R.S. Standarde pentru produse petroliere. Seria A

[10] * * * — Fuel Combustion Efficiency. IMO 1991.

[11] * * * — Exxon Marine. Fuels and lubricants for the 1990 s and beyond. Motor Ship special supplement, 1992

[12] * * * — Castrol Marine. Product Information, 1994

[13] * * * — Castrol Marine. Useful information. Diagrames Tables, 1986

[14] H. Breyer — Remarcs to the fuel oil tehnology and investigation of demages in marine diesel indused by problem fuels. Castrol Marine seminar, Constanța, 1991

[15]* * * — Shell Marine Lubricants and Fuels. Seminar Constanța, 1983; 1992

[16] * * * — Shell Marine Service Worldwide, Shell book of use ful tables.

11

MAȘINI CU ABUR CU PISTON

11.1. Procesele termice în instalațiile de forță cu abur

O instalație de forță cu abur navală se compune în principal din următoarele elemente (vezi fig. 11.1):

-**căldarea,** în care apa se **vaporizează** și se obține abur la o presiune și temperatură constante;

-mașina, în care intră aburul și produce lucru mecanic prin destinderea sa;

-condensorul, unde este evacuat aburul care a lucrat în mașină. Aburul evacuat în condensor se transformă în apă (condensat) la o presiune și temperatură constante;

-pompa de extracție condens, care aspiră condensatul și îl refulează din nou în căldare;

-pompa de circulație, care asigură **circulația** apei de mare prin tuburile condensorului, în scopul răcirii și condensării aburului;

-pompa de alimentare a **căldării;**

-tubulaturile, care leagă elementele instalației de forță cu abur.

1 - **căldarea;**
2 - **supraîncălzitor;**
3 - **mașina** cu abur (mașină alternativă sau turbină);
4. - **condensorul;**
5 - **pompă** de circulație apă răcire condensor;
6 - pompă de extracție;
7 - **pompă** alimentare căldare;
8 - **preîncălzitorul** apei de alimentare;
9 - bașa.

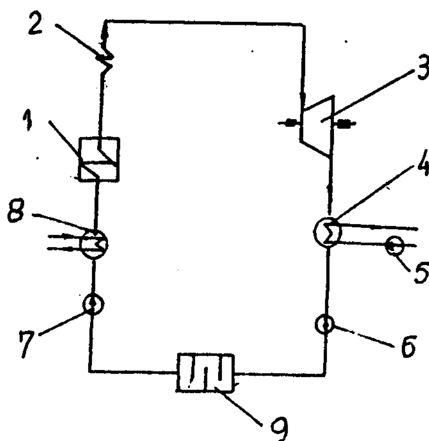


Fig. 11.1. Instalația de forță cu abur navală

Dacă ciclul teoretic Carnot este socotit ciclul teoretic perfect, ideal; ciclul teoretic de comparație pentru instalațiile de forță cu mașini și turbine cu abur este ciclul Rankine.

Prin folosirea ciclului **Rankine** se pot compara între ele mașinile cu abur și **instalațiile** de **forță** combinate.

11.1.1. Ciclul Rankine pentru abur saturat:

Pentru explicarea funcționării ciclului Rankine și pentru determinarea lucrului mecanic teoretic, a randamentului termic, a consumului specific de căldură în mașina cu abur se analizează acest ciclu în diagrama **mecanică** *p-v* și diagrama termică *T-S*.

în figura **11.2** este reprezentat ciclul Rankine în diagrama mecanică ***p-v***, care funcționează cu abur saturat și cu condensarea integrală a aburului care a lucrat în mașină.

în această diagramă deosebim:

1 - starea inițială a apei la intrare în căldare, având parametrii p_1 și t_1;

1' - starea de încălzire a apei până la temperatura de **vaporizare** t_{1s}, la presiunea constantă și de titlul $x=0$. Apa se **vaporizează** apoi în căldare la t_{1s} const. **și** p_1 = **const.**;

2 - starea aburului saturat uscat pe curba de saturație cu titlul $x=1$ și presiunea p_1 ; aburul intră în mașină, unde se destinde pe **adiabată** la presiunea p_2;

3 - starea aburului saturat la sfârșitul destinderii, având parametrii: p_2, t_{2s} și titlul $x=x_2$; aburul este evacuat în **condensor**, unde se condensează în întregime la p_2 **const.** și t_{2s} = const.

4 - starea apei definită de parametrii p_2 = **const.**, t_{2s} = **const.** și titlul $x=0$; de aici apa este aspirată de o pompă de **alimentație** și refulată în căldare după adiabată *4-1*.

Punctele *J și 1'* fiind foarte apropiate practic se **confundă** la sfârșitul comprimării adiabate.

Același ciclu Rankine cu abur saturat s-a reprezentat pe **diagrma** *T-S* (fig. **11.3**). Punctele din diagrama *T-S* sunt notate cu aceleași numere ca în **diagrama** *p-v* și reprezintă:

0 - starea **inţială** a apei la intrarea în căldare, definită de parametrii p_1 și T'_2;

1 - starea apei în căldare, încălzită până la temperatura de vaporizare $t_{1s}(T_1)$;

4 - starea apei în condensator, definită de **parametrii** p_2 Și T_2.

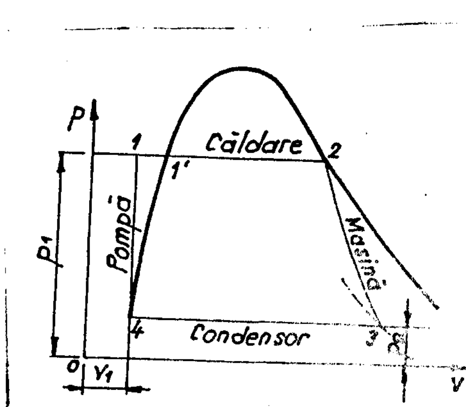


Fig. 11.2. Ciclul Rankine al unei **instalații** de forță cu abur saturat în **diagrama** *p-V*.

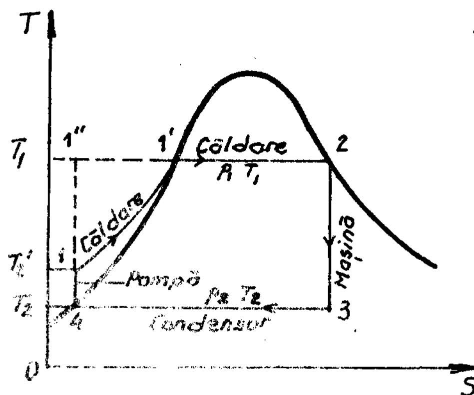


Fig. 11.3. Ciclul Rankine al unei instalații de forță cu abur saturat în diagrama *T-S*.

De regulă punctele *4* şi *O* în ciclul **Rankine** din diagrama ***T-S*** sunt foarte apropiate şi se consideră suprapuse. Aceasta înseamnă că în timpul ridicării presiunii (în pompe) apa se încălzeşte **doar cu** 2°-3°C.

Celelalte puncte ale diagramei *T-S* au aceeaşi semnificaţie ca şi cele din **diagrama** ***p-v.***

în diagrama ***T-S*** apare deosebirea dintre ciclul Rankine **şi Carnot,** ultimul fiind reprezentat punctat. Pentru realizarea unui ciclu Carnot ar fi nevoie de o pompă care să comprime amestecul de apă şi abur de la presiunea p_2 până la presiunea p_1 şi în acelaşi timp să ridice temperatura lichidului până la temperatura de fierbere t_{1s}. Această pompă ar trebui să fie de câteva sute de ori mai puternică decât o pompă de apă obişnuită, ceea ce face ca în practică acest ciclu Carnot să nu **poată** fi realizat.

11.1.2. Ciclul Rankine pentru abur supraîncălzit

Ciclul Rankine al unei instalaţii de forţă cu abur poate fi construit şi pentru cazul când maşina funcţionează cu abur supraîncălzit. Reprezentarea acestui ciclu în diagramele *T-S* şi *i-s* se poate urmări în fig. 11.4 şi 11.5.

Diagrama p-v a ciclului Rankine pentru abur supraîncălzit se deosebeşte de cea pentru abur saturat numai prin aceea că punctul 2, care reprezintă starea aburului supraîncălzit înainte de a intra în maşină, nu se găseşte în regiunea aburului saturat, ci se găseşte în regiunea aburului supraîncălzit, pe aceeaşi izobară. De aceea diagrama ***p-v*** a ciclului Rankine pentru abur supraîncălzit are aceeaşi formă generală ca şi pentru abur saturat.

în fig. 11.4 este reprezentat ciclul Rankine al unei instalaţii de forţă cu abur supraîncălzit din diagrama *T-S*. La ciclul Rankine pentru abur saturat *(1', 2', 3', 4, 1')* s-a adăugat porţiunea *2'*, 2, *3, 3', 2'.*

Aburul saturat la presiunea p_1 - în punctul *2'* este supraîncălzit în **supraîncălzitor** la aceeaşi **presiune** p_1, de la temperatura T'_1 până la temperatura T_2.

Aburul **suparîncălzit** la temperatura T_2 - punctul 2 este introdus în maşină, unde se destinde adiabatic de la presiunea p_1 până la presiunea p_2 - punctul *3.* Starea aburului la sfârşitul destinderii se poate afla fie în regiunea aburului saturat (punctul J), fie în regiunea aburului supraîncălzit (deasupra liniei $x=1$). Răcirea aburului supraîncălzit şi condensarea lui se produc la fel ca şi la abur saturat.

Presiunea de refulare a apei de **cître** pompă, ce corespunde punctului *l* (suprapus cu punctul *4)* la temperatura t_{1s}, este puţin mai mare decât presiunea din căldare.

Transformările ce compun ciclul Rankine pentru instalaţiile de forţă cu abur decurg în sensul indicat de săgeţile din diagrame, formând astfel un ciclu închis.

în fig. 11.5 este reprezentat ciclul Rankine în diagrama ***i-s*** pentru o instalaţie de forţă cu abur.

Transformarea *1'-1* reprezintă procesul de **vaporizare** a apei şi de supraîncălzire a aburului, când **entalpia** creşte de la i'_1 la i_1. Aburul la starea 7, caracterizată de **parametrii** p_1, t_1 şi i_1, este introdus în maşină, unde se destinde adiabatic de la presiunea p_1 până la presiunea p_2, în punctul 2. Transformarea izobară *2-2'* reprezintă condensarea aburului utilizat, la presiunea constantă p_2. Din punctul *2'* condensatul este aspirat şi refulat de o pompă în căldare, unde se încălzeşte până la temperatura de saturaţie, ridicându-şi presiunea de la p_2 la p_1 ajungând la starea *1'.* în continuare se repetă procesul de vaporizare a apei în căldare, la presiune şi temperatură constante.

în diagrama *i-s* punctul *l* reprezintă starea aburului la începutul destinderii adiabate, definită de parametrii p_1, t_1 și i_1, iar punctul 2, starea finală a destinderii adiabate, definită de parametrii p_2, t_2 și i_2.

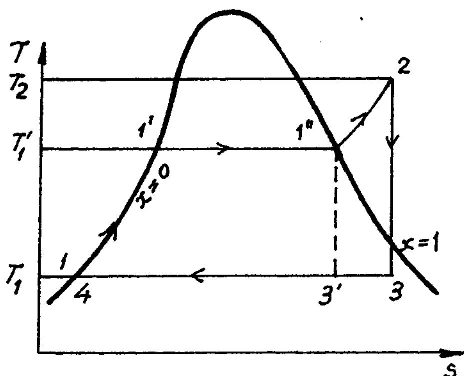
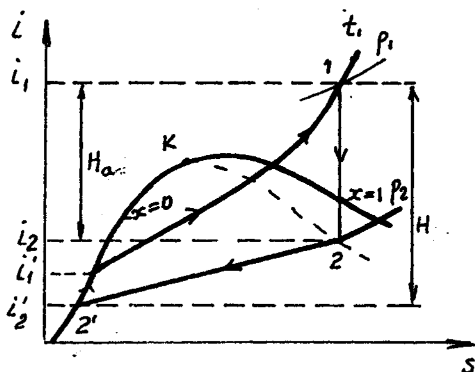


Fig. 11.4. Ciclul **Rankine** al unei **instalații** de forță cu abur supraîncălzit în diagrama ***T-S.***



Mg. 11.5. Ciclul Rankine în diagrama i-s.

Transformarea **adiabată** cuprinsă între stările 7 și 2 provoacă o variație a **entalpiei** echivalentă cu lucrul mecanic dezvoltat de mașina cu abur, adică

$$H_a = i_1 - i_2 \quad [kcal/kgf]. \tag{11.1}$$

Prin urmare, lucrul mecanic teoretic dezvoltat de 1 kgf abur se deduce din relația:

$$AL = H_a = i_1 - i_2 \quad [kcal/kgf], \tag{11.2}$$

de unde:

$$L \frac{i_1 - i_2}{A} = 427Ha \quad [kcal/kgf]. \tag{11.3}$$

A este echivalentul caloric al lucrului mecanic (A=1/427 kcal/kgfm).
Randamentul termic al ciclului Rankine se exprimă prin relația:

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i} = \frac{H_a}{H_0} \tag{11.4}$$

unde, în afară de mărimile cunoscute, I'_2 reprezintă **entalpia** condensatului la temperatura de saturație corespunzătoare presiunii p_2 din condensor, iar cu H_0 - căderea totală de căldură egală cu i_1 -i'_2.

Randamentul termic al ciclului Rankine este direct proporțional cu presiunea p_1 și temperatura t_1 și invers proporțional cu **presiunea** p_2. Deci în condițiile exploatării mașinilor

cu abur, pentru a mări randamentul termic al ciclului Rankine, este necesar să se asigure un vid ridicat (micşorarea presiunii p_2 în condensor) şi să se menţină ridicaţi parametrii aburului la intrarea în maşină (p_1 şi t_1).

Consumul specific teoretic de abur, *d*, se numeşte consumul care revine la 1 CP într-o oră (kgf/CP oră) în maşina ideală, ce funcţionează după ciclul Rankine.

Lucrul mecanic corespunzător pentru 1 CP pe oră este

$$75 \cdot 3600 = 270000 \text{ kgfm},$$

iar cantitatea de căldură echivalentă pentru 1 CP pe oră este

$$\frac{270000}{427} = 632{,}2 = d_t(i_1 - i_2) \text{ kcal / CP} \cdot \text{oră},$$

de unde deducem consumul specific teoretic de abur în maşină:

$$d_t = \frac{632{,}2}{i_1 - i_2} = \frac{632{,}2}{H_a} \text{ kgf / CP} \cdot \text{oră}. \tag{11.5}$$

Având în vedere că pentru obţinerea unui kgf de abur se consumă i_1 - i'_2 kcal, se poate determina consumul specific teoretic de căldură q_t astfel:

$$q_t = d_t(i_1 - i'_2) = \frac{632{,}2(i_1 - i'_2)}{(i_1 - i_2)} = \frac{632{,}2}{\eta_t} \text{ kcal / CP} \cdot \text{oră} \tag{ .6}$$

În concluzie se poate spune că valoarea q_t depinde de i_1 - i_2 şi de i_1 - i'_2, mărimi ce determină economicitatea ciclului Rankine; de aceea consumul specific de căldură q_t poate fi socotit ca un indiciu al economicităţii (randamentului) ciclului şi deci cu ajutorul său putem compara ciclurile Rankine.

11.1.3. Ciclul regenerativ

La instalaţiile cu abur moderne, o parte din aburul destins parţial este prelevat din maşina cu abur şi este fofolosit pentru încălzirea apei de alimentare a căldării. Funcţionarea unei asemenea instalaţii poate fi urmărită în diagrama *T-S* (fig. 11.6).

Ciclul descris de apă-abur într-o asemenea instalatie numindu-se ciclul regenerativ.

Deosebirea dintre ciclurile Rankine şi ciclul regenerativ constă în faptul ca în loc ca apa condensată la temperatura t_{2s} să fie refulată de o pompă în cazan, ea este încălzită prin amestec cu o parte din aburul lucrat dopa destinderea în maşina cu abur. în acelaşi timp se imprimă treptat apei o presiune mai mare, Evoluția apei, adică ridicarea simultană a temperaturii şi pre-siunii se face după ramura curbei de saturaţie cu titlul $x=0$. Pentru a încălzi 11 kilogram forţă de apă de-a lungul curbei de saturaţie, de la o temperatură *T* la temperatura $T+\Delta T$ este nevoie de o cantitate de căldură elementara:

$$q = T \cdot \quad S,$$

unde *AS* reprezintă creșterea entropiei unui kilogram **forță** de apă în cursul acestei încălziri; *q* folosită pentru încălzirea apei în vecinătatea punctului *l* (trapezul elementar: ***A, 1', 1"***, ***A"***, A) și este luată din căldura aburului care se află în apropierea punctului 2 (începutul stării de destindere). Deci q = (A, 1', l", A", A) = (B, 2, 2", B", B) și AB=1'2.

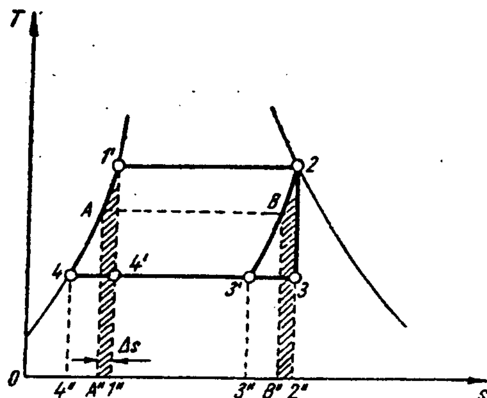


Fig. 11.6. Ciclul regenerativ

Punctul *B* reprezintă starea aburului destins după ce a transmis apei cantitatea de căldură elementară *q*. Destinderea aburului în cazul ciclului **regenerativ** se face după curba *2-3'* și deci în **figura** 11.6, acesta (ciclul regenerativ) reprezintă ciclul *1'* - 2 - *3'* - *4* - *1'*.

Cantitatea de căldură *q'* pe care apa o primește de la abur în timpul încălzirii până la începutul **vaporizării (aria** *4 - 1' - 1" -4" - 4)* este egală cu căldura cedată de abur în timpul destinderii (aria **3'** - 2 - *T* - 3" - 3'). Această căldură *q'* este un schimb în interiorul ciclului și nu privește schimburile de căldură ale ciclului cu sursele exterioare.

Căldura q_1 - primită de la sursa caldă din exterior - atât în ciclul Carnot *1'* - 2 - *3* - *4'* - *l'*, cât și în ciclul regenerativ *1'* - *2* - *3'* - *4* - *1'* - este egală cu aria *1'* - 2 - **2"** - *1"*.

Căldura q_2 - cedată sursei reci din exterior este aceeași în cele două cicluri - reprezentată prin ariile *4'* - *3* - *2"* - *1"* - *4'*și *4* - *3'* - *3"* - *4"* • *4.*

în concluzie, randamentul ciclului regenerativ este egal cu randamentul ciclului Carnot.

O instalație care funcționează după ciclul regenerativ se deosebește de o instalație care funcționează după ciclul Carnot numai prin înlocuirea compresorului de abur al ciclului Carnot printr-un regenerator, care transmite apei condensate căldura aburului lucrat din timpul destinderii.

în realitate aburul necesar încălzirii apei nu este introdus în trepte elementare infinit mici (așa cum se presupune în ciclul regenerativ - **fig.** 11.6), ci într-un număr redus de trepte.

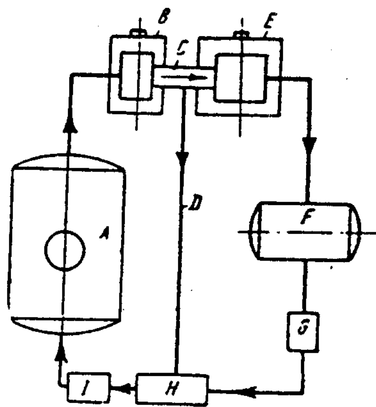


Fig. 11.7. Schema unei instalații cu regenerare de căldură

A–**căldarea;**
B–**mașina** de Î.P.
C–**rezervor** intermediar;
D–**conductă** pentru abur lucrat;
E–**mașină** de J.P.
F–**condensator;**
G–**pompă** pentru ridicarea parțială a presiunii apei;
H–**regenerator preîncălzitor** de apă cu abur;
I–**pompă** pentru alimentarea căldării.

în fig. 11.7 se prezintă schema unei instalații, în care destinderea aburului se face fracționat în două mașini cu piston iar în fig. 11.8 diagrama *T-S* corespunzătoare acestei intalații.

Aburul produs în cazanul *A* se destinde parțial în mașina de înaltă presiune *B* (destinderea adiabată parțială $2\text{-}3_1$, vezi fig. 11.8).

O parte din aburul destins este trimis prin conducta *D* în regeneratorul *H* unde încălzește apa (aceasta este echivalentă cu scăderea bruscă de entropie a aburului - 3_1 - $3_1'$ - fig. 11.8).

Aburul rămas se destinde în mașina de joasă presiune *E* până la presiunea p_2 a condensatorului *F* ($3_1'$ - 3_1 - fig. 11.8). Pompa G alimentează regeneratorul *H* cu apă condensată la o presiune egală cu presiunea aburului destins parțial în mașina *B*. Pompa / alimentează căldarea *A*.

Randamentul ciclului regenerativ, în forma în care poate fi realizată în practică, cu trepte finite de recuperare a căldurii este mai mic decât randamentul ciclului Carnot, dar mai mare decât randamentului ciclului Rankine cu circa 4÷6%.

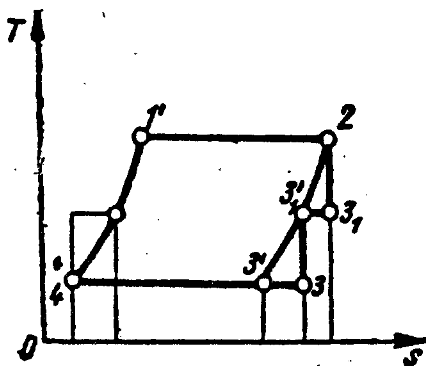


Fig. 11.8. Diagrama *T-S* a ciclului regenerativ

11.1.4. Ciclul cu destindere incompletă

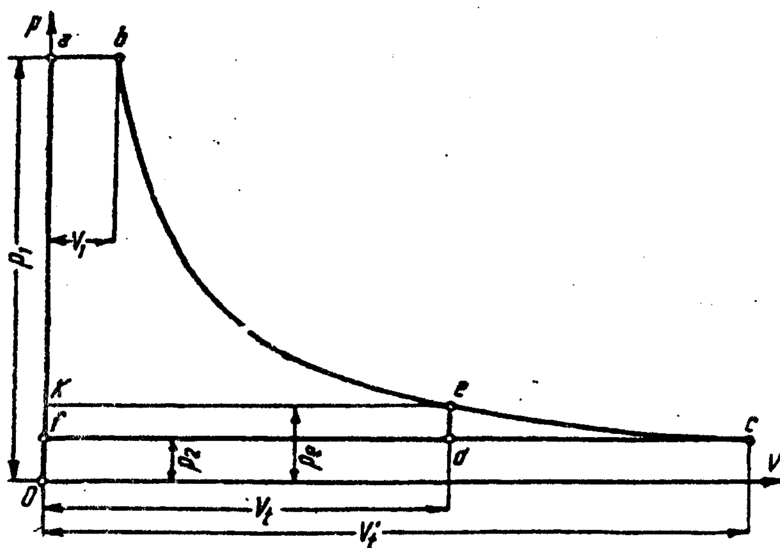


Fig. 11.9. Ciclul Rankine pentru mașina cu expansiune

în toate cazurile prezentate până acum s-a considerat că destinderea aburului se face după o **adiabată** până la presiunea p_2 a mediului exterior (presiunea din condensor sau presiunea **atmosferică).** în figura **11.9** acest lucru este reprezentat de punctul *c.* Practic pentru a se obține destinderea completă, mașina cu abur ar trebui să aibă un cilindru de lungime foarte mare (infinit mare) ceea ce este de **nerealizat.** în diagrama *p-V* (vezi fig. **11.9)** de funcționare a mașinii cu abur după ciclul **Rankine,** ciclul *a-b-c-f-a* reprezintă ciclul cu destindere completă, iar ciclul *a-b-e-d-f-a* cazul destinderii incomplete (cazul real).

în cazul destinderii complete, cursa pistonului este S_t' corespunzătoare volumului V_t' iar în cazul destinderii incomplete, cursa pistonului este S_t corespunzătoare volumului V_t ($S_t < S_t'$) pentru aceeași cursă de **admisie** S_1 corespunzătoare lui V_1.

în mașina cu destindere incompletă, la sfârșitul cursei, presiunea aburului destins nu este egală cu presiunea p_2, a mediului exterior ci este egală cu o **presiune** $p_e > p_2$. în acest moment aburul destins în cilindru este pus în comunicație cu mediul exterior și se stabilește astfel și în cilindru presiunea p_2. Trecerea aburului de la p_e la p_2 se face fără modificarea volumului, fiind reprezentată în diagramă prin dreapta ed. în figura **11.10** s-a reprezentat în diagrama *T-S*, ciclurile Rankine, **evidentiindu-se** diferențele dintre destinderea completă și incompletă (cu abur saturat și abur supraîncălzit).

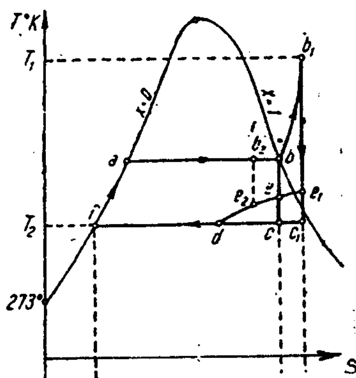


Fig. 11.10. Ciclul Rankine pentru mașina cu destindere incompletă

a-b-c-f - ciclul Rankine cu abur saturat – destindere completă
a-b-e-d-f – ciclul Rankine cu abur saturat - destindere incompletă (ed)
a-b-b'-c'-f – ciclul Rankine cu abur supraîncălzit - destindere completă
a-b-b'-e'-d-f –ciclul Rankine cu abur supraîncălzit – destindere incompletă

Explicitând expresiile lucrului mecanic efectuat în ambele cazuri (destindere completă și destindere incompletă) se poate concluziona că în mașina cu abur cu destindere completă se produce un lucru mecanic în plus (în comparație cu mașina cu abur cu destindere incompletă) dar acesta este mic și nu compensează pierderile de lucru mecanic datorat frecărilor (mai mari la o mașină cu abur în care s-ar putea realiza o destindere completă).

11.2. **Generalități** privind mașina cu abur cu piston. Definiție. Clasificare

Mașina alternativă cu abur cu piston este o mașină termică în care energia potențială a aburului se transformă în lucru mecanic.

Cu toate că este cea mai veche mașină termică, construită și folosită în scopuri industriale de peste 250 ani în urmă, amintind de prima navă acționată de o mașină cu abur -

1736 - Jonathan Hulls şi de **maşina** lui James Watt cu dublă expansiune - 1755 - maşina cu abur este folosită şi astăzi în domeniul naval.

Deşi nu mai este folosită pentru propulsie datorită randamentului sau scăzut, maşina cu abur este folosită şi în prezent şi va fi folosită şi în viitor la bordul tancurilor petroliere ca maşină auxiliară datorită siguranţei deosebite ce o are în prezenţa atmosferelor inflamabile de la bordul acestor nave.

Astfel maşina cu abur cu piston este folosită pentru antrenarea pompelor de marfă, pompelor de strip şi a unor mecanisme de punte precum vinciuri şi cabestane.

Clasificareamaşinilor cu abur cu piston:

A. Din punct de vedere al caracteristicilor aburului distingem:

a) după starea iniţială a aburului,
- maşini cu abur saturat
- maşini cu abur supraîncălzit

b) după presiunea iniţială a aburului,
- maşină de joasă presiune $p<15$ daN/cm^2
- maşină de medie presiune $p = 15 \div 35$ daN/cm^2
- maşini de înaltă presiune $\rho>35$ daN/cm^2

c) după procesul de lucru al aburului în maşină,
- maşini cu plină introducţie
- maşini cu simplă expansiune
- maşini cu multiplă expansiune

d) după caracteristicile aburului evacuat,
- maşini cu evacuarea în condensor $(0,08 \div 0,2)$ daN/cm^2
- maşini cu evacuarea în atmosferă (contrapresiune) - $(1 \div 1,2)$ daN/cm^2
- maşini cu prize intermediare de abur

e) după sensul de mişcare a aburului în cilindru,
- maşini cu circulaţia în contracurent
- maşini cu circulaţia în echicurent

B. Din punct de vedere constructiv distingem:

a) după poziţia cilindrului,
- maşini cu abur orizontale ($n < 200$ rot/min)
- maşini verticale ($n < 200$ rot/min)
- maşini cu abur înclinate

b) după sistemul de legătură între blocul cilindrului şi rama maşinii,
- maşini de tip deschis
- maşini de tip închis (cu cartea)

c) după dispunerea cilindrilor,
- maşini cu cilindrii în serie sau tandem
- maşini cu cilindrii în paralel sau compound

d) după organul de distribuţie,
- maşini cu abur cu sertare
- maşini cu abur cu supape

e) după numărul de cilindrii,
- maşini cu abur monocilindrice
- maşini cu abur policilindrice

f) după numărul de rotaţii ale arborelui cotit,
- maşini cu abur lente $n < 100$ rot/min
- maşini cu abur normale de turaţie medie $n < 100 \div 200$ rot/min
- maşini cu abur rapide $n > 300$ rot/min

g) după sensul de rotație a arborelui cotit,
- mașini cu abur reversibile (cu dublu sens de rotație)
- mașini cu abur nereversibile (cu un singur sens de rotație a arborelui cotit)

Principiul de funcționare al mașinii cu abur cu piston (vezi fig. 11.11) este următorul:

Aburul nou sosit de la căldare este introdus în cutia de distribuție. Presupunem că mașina este cu introducție exterioară.

în poziția de mijloc, sertarul se deplasează, de exemplu, spre stânga deschizând canalul din dreapta, aburul pătrunzând în partea dreaptă a cilindrului și deplasând pistonul spre stânga.

între timp sertarul își schimbă sensul mișcării și deplasându-se spre dreapta, închide canalul de admisie din dreapta fără să-l deschidă deocamdată pe cel din stânga.

în acest moment se închide admisia aburului pe partea dreaptă și începe expansiunea; înainte ca pistonul să ajungă în punctul mort stânga, sertarul deschide calea de evacuare din dreapta, cursa pistonului se termină și aburul începe să fie evacuat spre condensor sau în atmosferă.

în punctul mort stânga al pistonului, sertarul deschide canalul de admisie din stânga si ciclul desfășurat pe partea dreaptă se repetă de astă dată pe partea stângă a pistonului.

Deoarece aburul este introdus alternativ pe ambele fețe ale pistonului, o astfel de mașină se numește cu dublu efect, spre deosebire de mașina cu simplu efect, la care aburul este introdus pe o singură parte a pistonului.

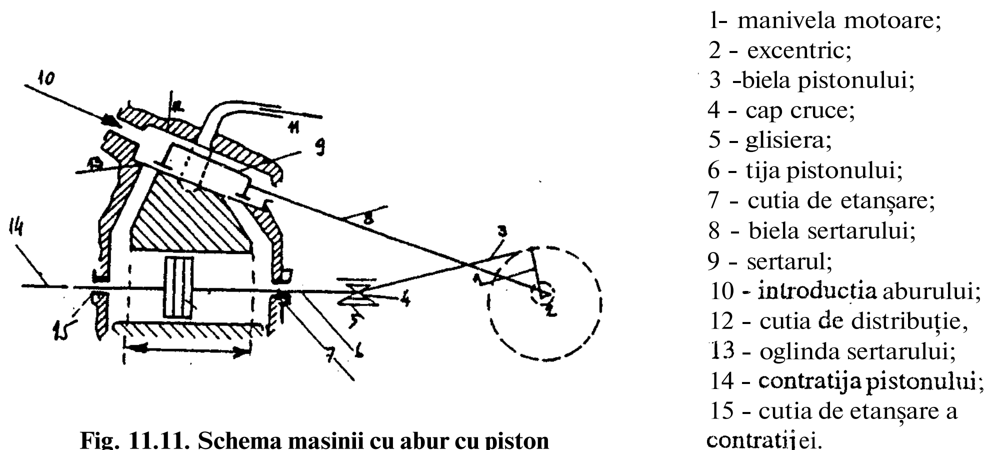


Fig. 11.11. Schema mașinii cu abur cu piston

1- manivela motoare;
2 - excentric;
3 -biela pistonului;
4 - cap cruce;
5 - glisiera;
6 - tija pistonului;
7 - cutia de etanșare;
8 - biela sertarului;
9 - sertarul;
10 - introducția aburului;
12 - cutia de distribuție,
13 - oglinda sertarului;
14 - contratija pistonului;
15 - cutia de etanșare a contratijei.

11.3. Procesele de lucru în mașina cu abur cu piston

11.3.1 Mașina cu plină introducție (fără destindere)

Acesta mașină cu abur este astfel numită deoarece cursa pistonului se realizează în întregime pe baza introducției aburului la presiunea P_1 - a aburului sosit de ia căldare. Procesul de lucru este redat mai jos în fig. 11.12, într-un sistem de coordonate p-v.

Astfel aria *1-2-3-4-1* reprezintă lucrul mecanic teoretic al maşinii cu plină introducţie în timp ce aria *J -2 -3 -4 -l* reprezintă lucrul mecanic al maşinii reale. Diferenţa dintre cele două arii reprezintă suma pierderilor pe care le vom prezenta mai târziu, adică

$$A_{1234} - A_{1'2'3'4'} - \quad \text{pierd}$$

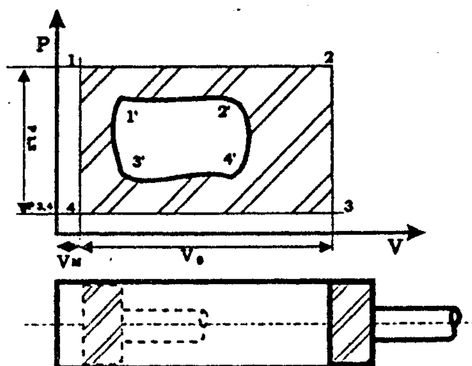
Fazele de lucru ale acestui ciclu sunt următoarele:

transformareal-2 - reprezintă admisia aburului proaspăt în cilindrii, la presiunea constantă p_1, timp în care pistonul parcurge cursa sa integrală între punctele *l* şi 2. în cazul maşinii ideale se presupune că în punctul 2 are loc deschiderea bruscă a evacuării.

transformarea2-3 - reprezintă deschiderea bruscă a evacuării şi scăderea bruscă a presiunii de la valoarea $p_{1,2}$ la $p_{3,4}$.

transformarea3-4 - evacuarea aburului la presiunea constantă - pe timpul deplasării pistonului din punctul mort dreapta în punctul mort stânga.

transformarea4-1 - deschiderea bruscă a orificiului de admisie a aburului proaspăt.



Mg, 11.12. Diagrama maşinii cu abur cu plină introducţie

11.3.2 Maşina cu expansiune

Această maşină cu abur prezintă realizarea cursei pistonului între cele două puncte moarte în prima parte pe baza introducţiei aburului la valoarea presiunii p_1 si pe baza destinderii aburului în a doua parte a cursei.

În diagrama teoretică a maşinii cu expansiune, fig.11.13:

-*faza 1-2* reprezintă introducţia aburului (a presiunea constantă p_1 a aburului;

-*faza 2-3* destinderea aburului introdus şi realizarea celei de a doua componente a cursei.

-*faza 3-4-5* evacuarea aburului la V=ct.(*3-4*) si apoi la presiunea constantă *4-5*.

-*faza5 / 1* închiderea orificiului de evacuare şi deschiderea bruscă a admisiei aburului în cilindru presiunea crescând brusc la valoarea p_1.

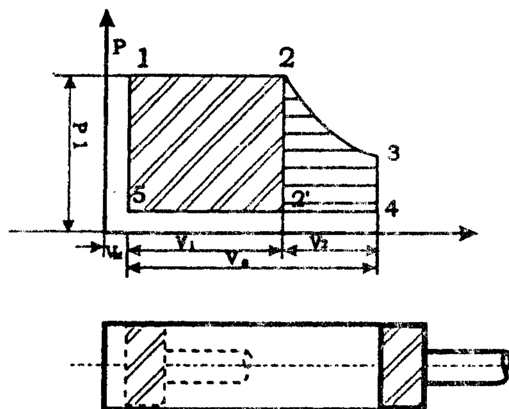


Fig. 11.13. Diagrama teoretică a maşinii cu expansiune

Pentru aceeași cantitate de abur introdusă în cilindrul mașinii cu expansiune va realiza un lucru mecanic suplimentar reprezentat de diagrama primară *2-3-4-2* -2.

La mașinile cu expansiune reală se prevăd pe lângă fazele principale de distribuție arătată mai sus și două momente suplimentare: a) *avansul la introducție*; b) *avansul la evacuare.*

Ținând cont și de aceste momente suplimentare se obține diagrama indicată a mașinii cu expansiune monocilindrice (vezi fig. 11.14.).

Avansul la introducție și comprimarea aburului au rolul de a forma perne de abur la trecerea pistonului prin punctele moarte. în afară de rolul de amortizare, compresia aburului mai are rolul de a umple spațiile moarte și ca rezultat reducerea consumului de abur la umplerea spațiilor moarte ale cilindrului.

Avansul la evacuare permite reducerea valorii presiunii vaporilor la evacuarea și trecerea lentă a pistonului prin punctul mort.

în fig. 11.14. fazele principale ale distribuției aburului sunt următoarele:

- 7-2 admisia aburului proaspăt la *p* const
- *2–3* destinderea aburului
- *3–3'–4* evacuarea
- *4-1* comprimarea aburului

Corespunzător fazelor principale de distribuție, punctele de pe diagrama indicată teoretică indică momentele principale de distribuție a aburului în mașină, după cum urmează:

1) începutul avansului la admisie;
2) terminarea admisiei și începutul destinderii (expansiunii);
3) începutul avansului la evacuare;
4) terminarea evacuării și începutul compresiei.

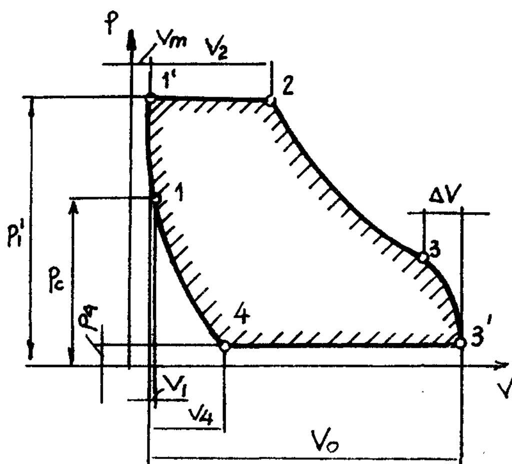


Fig. 11.14. Diagrama indicată a mașinii cu expansiune

Comprimarea aburului durează până la punctul *1* când presiunea este egală cu p_c, iar în continuarea cursei pistonului momentele se repetă.

în timpul a două curse ale pistonului, corespunzător fiecărei faze de lucru, volumele în diagramă se notează astfel:

V_1 - avansul volumetric la admisie;

V_2 - valoarea volumetrică la admisie;

V_3 - avansul volumetric la evacuare;

V_4 - valoarea volumetrică a compresiei.

Pentru simplificarea notațiilor se utilizează valorile mărimilor volumetrice raportate la volumul descris de piston V_0, obținându-se valori în procente, denumite grade de distribuție a aburului. Valoarea lor este dată de următoarele rapoarte:

$\varepsilon_1 = \dfrac{V_1}{V_0}$ -gradul de avans la admisie sau avansul la admisie;

$\varepsilon_2 = \dfrac{V_2}{V_0}$ gradul de admisie al mașinii;

$\varepsilon_3 = \frac{V_3}{V_0}$ - gradul de avans la evacuare sau avansul la evacuare;

$\varepsilon_4 = \frac{V_4}{V_0}$ - gradul de compresie al **maşinii.**

De remarcat că valoarea acestor grade de distribuţie ale fazelor procesului util în cele doua spatii ale cilindrului nu rămâne aceeaşi la maşinile cu dublu efect.

în calcule se mai folosesc gradul sau valoarea relativă a spaţiului mort şi gradul sau valoarea relativă a **spaţiului** mort si gradul de expansiune al maşinii.

Se numeşte *valoarea relativă a spaţiului mort* raportul dintre volumul spaţiului mort V_m si volumul util al **cilindrului** maşinii V_0 şi se notează cu ε, adică:

$$\varepsilon = \frac{V_m}{V_0} .$$

(.7)

Valoarea volumului util al cilindrului în timpul unei singure curse este dată de **relaţia:**

$$V_0 = F.S = \frac{\pi D^2}{4} S,$$

(11.8)

unde: F - suprafaţa pistonului;

S - cursa pistonului.

Se numeşte *grad de expansiune* valoarea inversă a gradului de **admisie** şi se notează cu Δ, adică:

$$\Delta = \frac{1}{\varepsilon_2} = \frac{V_0}{V_2},$$

(11.9)

unde $V_2 = \varepsilon_2 V_0$ - volumul descris de piston de la poziţia lui extremă până la întreruperea admisiei aburului.

Dacă în diagrama teoretică din sistemul din sistemul de coordonate $p\cdot v$ se înscrie presiunea în **kgf/m²** pe axa ordonatelor, iar pe axa absciselor se înscriu volumele în **m³**, atunci suprafaţa diagramei, la scara corespunzătoare, va exprima lucrul mecanic produs de abur în **kgfm.**

în fig. 11.15 sunt reprezentate diagramele indicate pentru **spaţiul** superior şi spaţiul inferior al cilindrului maşinii cu abur care lucrează cu destinderea (expansiunea) aburului şi care corespund proceselor de lucru ale aburului în cilindru. Sub diagrame este construit un cerc de manivelă pentru partea **superioară** a **cilindrului,** corespunzătoare momentelor **de distribuţie** a **aburului,** şi anume:

Fig. 11.15. Diagrama indicată pentru cele două **feţe** ale **pistonului maşinii** cu expansiune

OA_1 - începutul avansului la admisie;
OA_2 - terminarea admisiei;
OA_3 - începutul avansului la evacuare;
OA_4 - începutul comprimării.

Pozițiile reale ale pistonului corespunzătoare momentelor principale de distribuție a aburului sunt însemnate prin punctele C_1, C_2, C_3 și C_4.

Spațiile parcurse de piston în timpul fazelor principale ale procesului de lucru sunt reprezentate prin segmentele: S_1, S_2, S_3, S_4; $S = A_0B_0$ - cursa pistonului; CD linia presiunii atmosferice.

11.4. Pierderile în mașina cu abur

Procesul real de transformare a energiei termice în lucru mecanic în mașina cu abur este însoțit de pierderi. Pierderile de căldură la funcționarea mașinii cu abur reală sunt de două feluri: pierderi termice și pierderi mecanice.

Pierderile termice se datoresc construcției imperfecte a mașinii cu abur.

Un kgf de abur dezvoltă un lucru mecanic mai mare atunci când lucrează într-o mașină ideală, ce funcționează după un ciclu Rankine, decât atunci când lucrează într-o mașină reală.

Aceasta se datorește pierderilor termice din mașina reală, condiționat de:

a) micșorarea presiunii și a temperaturii aburului în tubulatura principală;
b) laminarea aburullui (la introducție) în organele de distribuție;
c) destinderea incompletă a aburului în cilindrul mașinii;
d) căderea de presiune între cilindru și condensor la evacuarea aburului utilizat;
e) influiența spațiului mort și comprimarea aburului în cilindrul mașinii;
f) schimbul de căldură dintre abur și pereții cilindrului;
g) cedarea de căldură mediului ambiant de către organele calde ale mașinii;
h) pierderile de abur de la presetupe și armături, pe la inelele de etanșeitate ale pistoanelor și organelor de distribuție a aburului etc.

în afară de pierderile termice, la mașina cu abur mai există și pierderi mecanice cauzate de frecarea dintre piesele în mișcare. Aceste pierderi mecanice sunt luate în considerație la calculul randamentului mecanic al mașinii cu abur.

Atât pierderile termice, cât și cele mecanice nu pot fi complet înlăturate. Acestea pot fi însă micșorate. De aceea este necesar să se determine cauzele și valoarea pierderilor si sa se acționeze prin mijloace eficace pentru reducerea lor la minimum posibil.

11.4.1 Pierderile în tubulatura principală de abur

Pierderile în tubulatura principală de abur, între căldare si mașină, nu aparțin nemijlocit mașinii, dar influiențează asupra economicității ei. în mișcarea lui prin tubulatură, de la căldare până la mașină, aburul suferă pierderi de presiune și scăderi de temperatură.

Pierderea de presiune a aburului pe tubulatură, de la căldare la mașină, este inevitabilă, fiind cauzată de rezistențele hidrodinamice pe care aburul le întâmpină la trecerea prin această tubulatură, cum sunt: frecarea aburului de pereții interiori, rezistențele armăturilor, ale coturilor tubulaturii etc.

Valoarea pierderilor de presiune a aburului în tubulatură depinde de lungimea acesteia și de viteza de scurgere a aburului și este dată de relația:

$$S_{pfr} = p_h - p_1 = (0{,}02 + 0{,}05)p_k = 0{,}3 \div 0{,}8\,\text{kgf/cm}^2,$$

unde: p_k **- presiunea din căldare;**
p_1 - presiunea la intrarea aburului în mașină.

Răcirea aburului prin tubulatură depinde în general de calitatea izolației și atinge valoarea:

$$St_{fr} = 5 \div 15°C$$

Calitatea tubulaturii principale se caracterizează prin randamentul său η_{tab}, care este cuprins, în condițiile normale de izolare, între limitele:

$$\eta_{tub} = 0{,}97 - 0{,}98$$

Pentru micșorarea pierderilor în tubulatura principală de abur, trebuiesc luate următoarele măsuri:

1) dispunerea mașinii aproape de căldare, micșorând astfel lungimea tubulaturii, numărul coturilor și al armăturilor ei;

2) secțiunea tubulaturii să fie suficient de mare;

3) izolarea tubulaturii să fie efectuată cu un material de buna calitate și suficient de gros.

în timpul exploatării mașinii trebuie să se aibă în vedere ca toate valvulele de pe tot traseul tubulaturii de abur să fie în întregime deschise, iar izolația să fie uscată și bine întreținută.

11.4.2. Pierderile datorate laminării aburului la introducție

în timpul admisiei în cilindru, aburul întâmpină rezistență din partea canalelor a cutiei sertarului cu cilindrul. Gradul de deschidere al acestor canale variază în timpul funcționării mașinii. Datorita îngustării canalelor de legătură la admisie, viteza aburului crește, iar presiunea aburului scade, ceea ce indică existența fenomenului de laminare (strangulare) a aburului.

In fig. 11.16 s-a reprezentat fenomenul de laminare al aburului în diagrama *i- s*, linia *1' -1* reprezentând laminarea (strangularea) la admisie a aburului.

în acest fenomen conținutul inițial de căldură al aburului rămâne constant $(I_1 = const.)$, și presiunea scade $(p_1 < p'_1)$. Căderea adiabadică de entalpie până la laminare este $i_1 - i_2$ (linia *1' -2'*) mai mare decât după laminare (linia *1* - 2), care va fi egală cu:

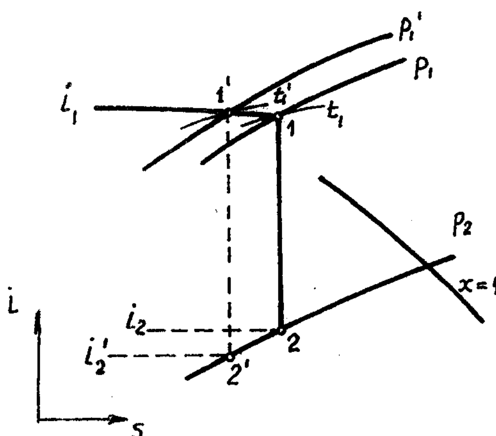


Fig. 11.16. Reprezentarea în diagrama i- *s* a fenomenului de laminare a aburului la admisie

$$(i_1 - h) - (i_1 - h) = i_1 - I_2 \tag{11.10}$$

Aceste pierderi de căldură ating, în general, valorile de 1 ÷ 2 % din căderea adiabatică de **entalpie** în cilindru, dacă acesta are o **izolație** bună.

11.4.3. Pierderile datorate destinderii incomplete a aburului în cilindrul mașinii

Pentru ca o mașină să lucreze după un ciclu teoretic **Rankine** este necesar ca **aburul** să se destindă complet în cilindru, ceea ce ar necesita un volum foarte mare al cilindrului.

Aceasta înseamnă **că** într-o mașină reală presiunea p_e a aburului la evacuarea din cilindrul mașinii nu poate fi egală cu presiunea p_2 din condensor și întotdeauna $p_2 < p_e$ (fig. 11.20).

Diferența acestor presiuni $(p_2 - p_e)$ asigură evacuarea aburului din cilindrul mașinii prin învingerea tuturor rezistențelor întâlnite în canalele de evacuare.

în fig. 11.17 și 11.18 este reprezentat ciclul teoretic cu destindere incompletă a aburului, în diagramele *p - v* si respectiv *T - S* pentru abur supraîncălzit, de la presiunea inițială p_1 la presiunea finală p_e.

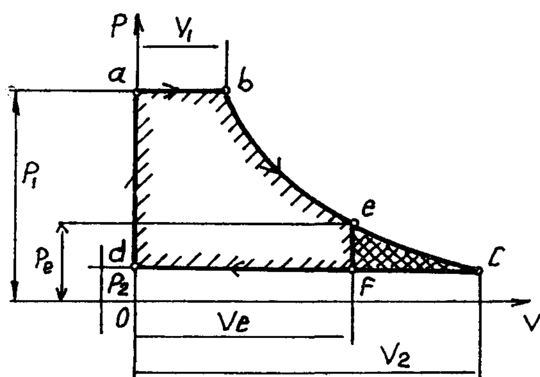


Fig. 11.17. Ciclul teoretic al mașinii cu abur și destindere incompletă a aburului, în diagrama *p - V*

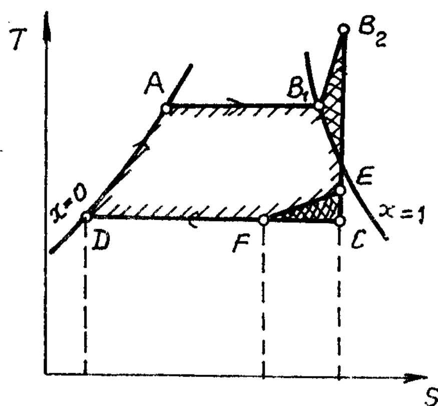


Fig. 11.18. Ciclul teoretic al mașinii cu abur si destindere incompletă a aburului în diagrama *T - S*

în fig. 11.17 suprafața *a b c d a* reprezintă lucrul mecanic teoretic al unui *kgf* de abur cu destindere incompletă până la presiunea $p_e > p_2$.

în fig. 11.18 suprafața AB_1BEFD corespunde cantității de căldură *AI*, echivalentă cu lucrul mecanic teoretic dezvoltat de un *kgf* de abur luându-se în considerație pierderile datorate destinderii incomplete a aburului.

în fig. 11.17 și 11.18 celelalte noțiuni reprezintă: liniile *ef* și *EF* - transformări izocore prin destinderea incompletă a aburului; v_1, v_e și v_2 - volumele specifice ale aburului corespunzătoare la **admisia** în cilindru, la sfârșitul destinderii complete.

Pierderile de lucru mecanic datorate destinderii incomplete a aburului se reprezintă în **diagrama** *p* -v prin **suprafaţa** *ecfe,* iar căldura echivalentă acestei pierderi de lucru mecanic se reprezintă în diagrama *T* - *S* prin **suprafaţa** *ECFE.*

în condiţiile de la nave, unde toate gabaritele maşinilor sunt limitate, este necesar ca la alegerea volumelor cilindrilor maşinilor cu abur care lucrează cu abur la presiunea p = 15 ÷ **18 atm.**, gradul de destindere al aburului să nu depăşească limitele **12** ÷ 15. La maşinile moderne, cu parametri înalţi, gradul de destindere al aburului poate atinge valoarea = 24. Gradul de destindere al aburului în cilindrul cu destindere incompletă (fig. **11.17),** reprezintă raportul:

$$\Delta = \frac{v_e}{v_1}$$

în maşinile cu destindere multiplă, procesul de lucru al aburului se realizează în câţiva cilindri, de aceea gradul de destindere reprezintă raportul dintre volumul cilindrilor de joasă presiune $V_{c.j.p.}$şi volumul cilindrului de înaltă presiune $V_{c.j.p}$, adică:

$$= \frac{V_{c.j.p.}}{\varepsilon_2 V_{c.î.p.}}, \qquad (11.11)$$

unde ε_2 este gradul de umplere al *C.Î.P.*

în cilindrul cu destindere incompletă a aburului, presiunea p_2 se determină prin raportul volumelor $\frac{v_-}{v_1}$ şi de aceea, pentru determinarea lui p_2 , este bine să se folosească diagrama / - *s* (fig. **11.19).** în această figură punctul *l* se găseşte la intersecţia izobarei p_1 cu izoterma t_1 şi izocora v_1. Din punctul *l* se duce o perpendiculară pe **abcisa** *OS*, până se întretaie cu izocora v_e şi se determină punctul *E*, definit de presiunea p_e şi **entalpia** i_e.

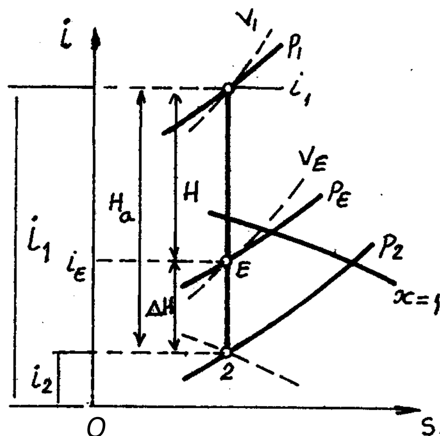


Fig. 11.19. Variaţia căderii adiabate prin destinderea aburului de la **presiunea** p_1 până la **presiunea** p_e **şi** p_2.

Dacă avem un ciclu cu destinderea completă a aburului până la presiunea p_2 , iar dacă ciclul **s-ar** realiza cu destinderea **completă** numai până la punctul *E*, atunci pierderea căderii adiabate la destinderea completă a aburului va fi **egală** cu:

$$H_a = i_e - i_2$$

La maşinile moderne această pierdere de căldură (lucru **mecanic)** atinge valoarea de 12 ÷ 16% din căderea adiabatică H_a, adică $H_a = H_a - H_{ac} = 12-16\,\%$.

în acest caz randamentul **ciclului** teoretic cu destindere incompletă a aburului faţă de randamentul teoretic al ciclului **Rankine** va fi mai mic datorită pierderii căderii adiabate.

Pentru ridicarea randamentului instalaţiei de **forţă** cu abur, în unele instalaţii de **forţă** cu abur se montează între cilindrul de **joasă** presiune al maşinii şi condensor o turbină de joasă

presiune care să lucreze cu aburul prelucrat din mașină. Acest tip de instalații de forță combinate își găsește o largă întrebuințare la navele moderne evacuarea.

11.4.4. Pierderi la evaluarea aburului în condensor

Aburul prelucrat în mașină fiind evacuat în condensor întâmpină anumite rezistențe pe tubul de evacuare, datorită cărui fapt apare o diferență de presiune (fig. 11.20). Această cădere de presiune constituie pierderea de presiune la evacuarea aburului în condensor și este egală cu:

$$\Delta p_2 = p_2^1 - p_2, \tag{11.12}$$

unde p_2^1 - presiunea medie la evacuarea aburului din cilindru.

De obicei căderea de presiune care are loc la evacuarea aburului din condensor este cuprinsă între limitele

$$\delta p_2 = (0,2 \div 0,4)p_2 \cdot$$

în acest caz pierderea de lucru mecanic corespunzătoare căderii de presiune δp_2 se reprezintă grafic prin suprafața hașurată $e\ d'\ d\ e\ e'$.

La proiectarea mașinilor cu abur această cădere de presiune se ia în limitele 0,03 - 0,05 kgf/cm^2.

11.4.5. Pierderi din cauza spațiului mort si a comprimării aburului în mașină

După cum se știe, fiecare cilindru de abur al mașinii are spatii moarte, care se compun din volumul canalului de abur si din volumul dintre piston si capac, atunci când pistonul se află în punctul mort. De exemplu, pentru mașina verticală monocilindrică înălțimea spațiului mort este notată cu s , așa cum se vede în fig. 11.21, iar volumul spațiului mort constă din volumul dintre capac și piston plus volumul canalului de abur.

Umplerea cu abur a volumului spațiului mort se asigură cu o cantitate suplimentară, care mărește consumul total de abur pentru cilindru.

Acest volum se numește mort pentru că el este limitat la suprafețe moarte neutilizate ale cilindrului de abur și ale canalului de abur care joacă rol activ în schimbul de căldură cu aburul de admisie la evacuare, mărind astfel pierderea de căldură. Pentru fiecare spațiu al cilindrului se determină mărimea volumului mort, după desen sau umplând spațiul cu apă (în cazul când volumul este etanșat perfect). Volumul cilindrului și de tipul și construcția organelor de distribuție (sertare și supape). El nu trebuie să fie prea mare. La mașinile existente valoarea relativă a spațiului mort exprimată în procente față de volumul util cilindrului V_0 este cuprinsă între următoarele limite:

- la mașinile cu sertare cilindrice: 10 ÷ 18 %;

- la maşinile cu sertare: $7 \div 10$ %;
- la maşinile verticale cu supape: $10 \div 20$ %;
- la maşinile oblice cu supape: $4 \div 5$ %.

Dacă se ţine seama de mărimea volumului spaţiilor moarte la maşinile reale cu abur, rezultă că faţă **de** maşina fără aceste spaţii va trebui să se consume o cantitate mai mare de abur.

Prin urmare este nevoie de o cantitate suplimentară de abur, ce constituie pierderea datorată existenţei spaţiului mort, abur necesar umplerii acestui spaţiu.

La proiectarea maşinilor cu abur se urmăreşte ca mărimea volumului spaţiilor moarte să fie cât mai mică în scopul micşorării pierderilor de abur.

Pentru micşorarea consumului de abur necesar umplerii spaţiului mort se procedează la întreruperea anticipată a evacuării aburului care a lucrat în cilindru. Aburul utilizat rămas în cilindru este comprimat de piston în fiecare parte a cilindrului şi ca urmare se micşorează consumul de lucru mecanic suplimentar, necesar comprimării aburului rămas în **cilindru.** în acest fel, în locul pierderilor datorate existenţei spaţiului mort apare o pierdere de lucru mecanic consumat pentru comprimarea aburului, fapt ce prezintă avantaje, deoarece această pierdere este mai mică decât în primul caz. O parte din aburul comprimat umple parţial volumul spaţiului mort când pistonul se află într-o poziţie **extremă;** în afară de aceasta, prin comprimare, pe lângă ridicarea temperaturii aburului se încălzesc şi suprafeţele interioare ale spaţiului mort înaintea **admisiei** aburului proaspăt ceea ce determină micşorarea pierderii cauzate de schimbul de **căldură.** De asemenea, datorită comprimării forţelor de inerţie ale organelor mobile care participă la mişcarea alternativă (piston, tijă, patine etc.) sunt anihilate **(parţial** sau total), ceea ce face ca maşina să aibă o funcţionare lină (normală), fără trepidaţii.

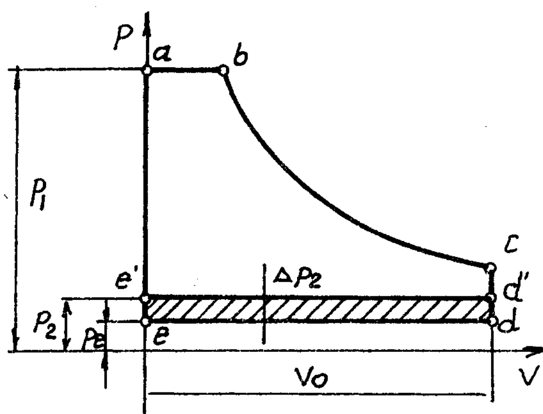


Fig. 11.20. Pierderi la evacuarea aburului în **condensor**

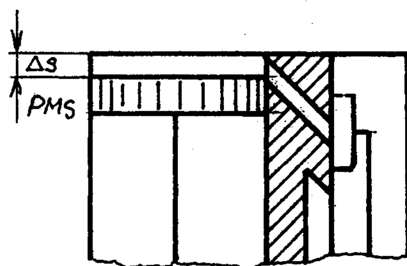


Fig. 11.21. Volumul spaţiului mort

Cercetările efectuate au demonstrat că este raţional să se comprime aburul până la presiunea p_c $(0,7-0,8)p_1$ când temperatura aburului comprimat este egală cu temperatura cilindrului (p_1 este presiunea aburului de admisie).

în consecinţă, această comprimare trebuie făcută raţional.

în aceste condiţii, umplerea **spaţiului** mort necesită un consum suplimentar de abur proaspăt. Prin urmare pierderea din cauza spaţiului mort nu poate fi complet înlăturată. De

aceea pierderea totală datorată comprimării şi existenţei spaţiului mort reprezintă 4 ÷ 5 % din pierderea termică adiabatică a fiecărui cilindru.

11.4.6. Pierderi datorate schimbului de căldură între abur şi pereţii cilindrului

în timpul funcţionării maşinii, toate suprafeţele interioare ale canalelor de abur, ale cilindrilor, ale capacelor, pistoanelor şi tijelor acestora vin în contact cu aburul de diferite temperaturi si de aceea şi temperatura lor e diferită. Diferenţa de temperaturi dintre abur şi pereţii cilindrului creează între aceştia un schimb permanent de căldură. Aburul în contact cu suprafeţele interioare se răceşte şi se transformă parţial în condensat. Acest fenomen, la primele curse ale pistonului, se numeşte condensaţie primară.

La sfârşitul destinderii şi la evacuarea lui, aburul are o temperatură mai mică decât a suprafaţeţelor cu care intră în contact şi deci schimbul de căldură are loc de la pereţi la abur, iar condensatul de pe suprafeţele încălzite se transformă din nou în abur. Acest fenomen se numeşte vaporizare secundară.

Vaporizarea secundară este dăunătoare în cazul maşinilor cu simplă expansiune, deoarece aburul secundar este evacuat direct în condensor si prin aceasta se reduce randametul maşinii. Dacă maşina este cu multiplă expansiune, atunci vaporizarea secundară este mai puţin dăunătoare, întrucât căldura aburului secundar poate fi folosită parţial în ceilalţi cilindri. Dar şi în maşina cu multiplă expansiune pierderea termică din cauza schimbului de căldură este suficient de mare. Valoarea pierderilor din cauza schimbului de căldură în maşina cu abur depinde de dimensiunile suprafeţelor interioare cu care vine în contact aburul, de difereţa de temperaturi a aburului la admisie şi evacuare, de coeficientul global de transmitere a căldurii şi de durata procesului schimbului de căldură.

Trebuie să se ţină seama de faptul că cea mai mare pierdere din cauza schimbului de căldură se produce la admisie, când aburul proaspăt cu o temperatură ridicată transmite din căldura sa pereţilor mai puţin încălziţi şi cilindrului şi celorlalte suprafeţe interioare cu care vine în contact direct.

Pierderile din cauza schimbului de căldură între abur si pereţii cilindrului s-au determinat experimental, stabilindu-se formule empirice.

Valoarea pierderilor datorate schimbului de căldură la maşinile navale cu abur se dă de obicei în procente faţă de conţinutul de căldură al aburului avut la temperatura de introducţie şi este cuprinsă în limitele următoare:

- la maşinile cu simplă expansiune şi cu o slabă izolaţie termică, 35 ÷ 40 %;
- la maşinile cu triplă expansiune, 10 ÷ 12 %.

Măsurile care se iau pentru micşorarea acestor pierderi datorate schimbului de căldură sunt următoarele:

l.Folosirea aburului supraîncălzit în maşină. La funcţionarea maşinii cu abur supraîncălzit coeficientul global de transmitere a căldurii de la abur la pereţii cilindrului este mult mai mic decât în cazul funcţionării aburului saturat, de unde rezultă că şi pereţii cilindrului transmit mai puţină căldură mediului înconjurător. în afara de aceasta, aburul supraîncălzit nu se condensează pe pereţii cilindrului decât atunci când temperatura atinge valoarea de saturaţie. De aceea toate maşinile principale lucrează numai cu abur supraîncălzit, iar temperatura de supraîncălzire este şi ea limitată de calitatea uleiului întrebuinţat pentru ungerea interioară şi de calitatea fontei, din care sunt confecţionaţi cilindrii. De obicei temperatura aburului supraîncălzit nu depăşeşte 300°C.

Pentru a mări randamentul mașinilor auxiliare, care acționează grupuri electrogene, pompe de circulație, ventilatoare ect., se folosește abur supraîncălzit, la o temperatură de supraîncălzire destul de mică (de exemplu $t_{sup\,r}$ 220 °C).

2. Folosirea **expansiunii multiple a aburului în mașină.** La aceste mașini căderea de temperatura a aburului (între căldare și **condensor)** este repartizată pe mai mulți cilindri, ceea ce duce la micșorarea diferenței de temperaturi între **introducția** și evacuarea din fiecare cilindru și ca urmare se micșorează schimbul de căldură.

în afară de aceasta, căldura pierdută în cilindrul anterior se va folosi în cilindrul următor.

3. **Mărirea numărului de turații la mașină.** Această măsură reduce durata de timp pentru schimbul de căldură între aburul admis și pereții interiori ai cilindrului.

4. Folosirea **distribuției aburului cu supape.** în acest caz **admisia** și evacuarea aburului se realizează cu supape separate și pe canale diferite. La mașinile înclinate se poate realiza un spațiu mort foarte mic și ca urmare suprafețe mici, ceea ce reduce simțitor schimbul de căldură.

5. Folosirea **comprimării aburului utilizat.** Prin comprimarea aburului se încălzesc suprafețele interioare ale cilindrului înainte de **admisie.**

6. Folosirea **supraîncălzirii intermediare** a aburului din resiver (tubul de legătură între cilindrii mașinii cu expansiune multiplă).

7. Folosirea **ungerii interioare** a cilindrilor cu un strat subțire de **ul;ei,** al cărui coeficient de transmitere a căldurii este foarte mic și se micșorează astfel schimbul de căldură.

8. Folosirea **unui material rău conducător de căldură** pentru izolarea exterioară a cilindrilor mașinii.

11.4.7. Pierderile de căldură în mediul înconjurător

Datorită conductibilității termice a materialelor termice din care se confecționează cilindrii, o parte din căldura aburului care lucrează în mașină este transmisă mediului înconjurător.

Din această cauză se micșorează energia aburului și se mărește temperatura aerului în compartimentul mașinilor.

Pentru mașinile cu o bună izolație termică, această pierdere nu trebuie să depășească 1,0 - 1,5%.

Măsura cea mai eficientă pentru micșorarea acestei pierderi o constituie izolarea cilindrilor mașinii cu un strat de material izolant, având o grosime suficientă. în timpul exploatării trebuie urmărit ca izolația mașinilor să fie bine uscată și să nu fie deteriorată.

11.4.8. Pierderile din cauza scurgerilor de abur

Pierderi considerabile de abur se produc si din cauza neetanșeității la cutiile de etanșeitate, la armături, la garniturile flanșelor de legătură etc. Aceste pierderi pot atinge următoarele valori:

- la mașini cu sertare. .... 2 ÷ 6% ;
- la mașini cu supape .... 1 ÷ 3 %.

Pierderile datorate scurgerilor de abur la mașinile cu sertare și supape nu pot fi înlăturate în întregime. Aceste pierderi se datoresc și uzării premature a meterialului diferitelor organe, care influiențează asupra scurgerilor de abur. De aceea una din măsurile importante pentru reducerea pierderilor constă în alegerea calității materialului de construcție a acestor organe. în afară de aceasta mai trebuie luate următoarele măsuri pentru a micșora scurgerile de abur, și anume:

1) folosirea garniturilor și a cutiilor de etanșeitate de bună calitate, care să reziste presiunii și temperaturii de regim a aburului;

2) folosirea uleiurilor de buna calitate pentru ungerea interioară a mașinii, ceea ce micșorează uzura suprafețelor în contact;

3) supravegherea atentă a mașinii, efectuarea la timp a reviziilor periodice.

Prin respectarea acestor măsuri pierderile datorate scurgerilor de abur se reduc foarte mult. La mașinile moderne cu abur aceste scurgeri sunt reduse la maximum.

11.5.Diagrama indicată a mașinii reale cu abur

în comparație cu mașina ideală, mașina reală nu respectă ipotezele făcute pentru studiul diagramei teoretice și ca urmare va exista o diferență între diagrama ideală (teoretică) si cea reală (indicată). Diferența aceasta este determinată de pierderile termice care au loc în mașina cu abur reală.

Pentru a observa mai bine care este influiența pierderilor termice asupra diagramei ideale a mașinii, se reprezintă în diagrama *p - v* diagramele indicată si teoretică ale mașinii simple cu abur cu piston (fig. 11.22).

în fig. 11.22 s-a reprezentat diagrama indicată *1,2,3,4,5,1* care este dispusă în interiorul diagramei teoretice *a, b, c, d, a,* pentru o mașină care lucrează după ciclul Rankine.

Notațiile din fig./#2tau următoarele semnificații:

-suprafața *1,2,3,4,5,l* este diagrama indicată care reprezintă lucrul util în mașina reala;

-suprafața *a, b, c, d, a,* este diagrama teoretică care reprezintă lucrul teoretic în mașina ideală;

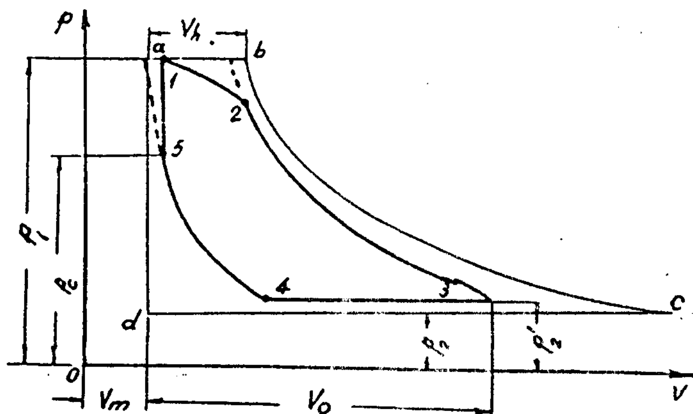


Fig. 11.22. Diagramele indicată si teoretică reprezentate în diagrama *p - v*

p_1 -presiunea aburului înaintea intrării în cilindrul mașinii;

p_2 -presiunea în condensor;

p_2- presiunea aburului la evacuare în condensor;

p_c-presiunea la sfârșitul comprimării aburului prelucrat, rămas în cilindrul mașinii;

V_h-volumul aburului intrat în cilindru la o singură cursă;

V_o-volumul util al cilindrului;

V_m-volumul spațiului mort.

Raportul dintre suprafața diagramei indicate și suprafața diagramei teoretice se numește ***randamentul indicat al cilindrului mașinii reale:***

$$\eta_i^c = \frac{\text{sup raf}1,2,3,4,5,1}{\text{sup raf}.a,b,c,d,a}$$

Deosebirile principale dintre diagrama indicată și cea teoretică sunt următoarele:

1. Presiunea aburului la admisia în cilindru este întotdeauna mai mică decât presiunea avută înainte de **intrarea** în **cilindrul** mașinii, datorită pierderilor de presiune din cauza laminării aburului.

2. Admisia aburului în cilindru nu este o transformare izobară, ci o politropă *(1 - 2)* datorită căderilor de presiune și temperatură, din cauza laminării aburului și respectiv a schimbului de căldură între abur și organele mașinii.

3. Expansiunea aburului nu se face după o **adiabată,** ci după o politropă *(curba 2 - 3)* a cărei ecuație este $pv^n = const$.

4. Expansiunea aburului nu se efectuează până la capătul cursei pistonului, ci numai până în momentul când începe deschiderea avansului la evacuare (punctul J).

5. Linia *(3 - 4)* a evacuării aburului din mașina reală este situată mai sus decât linia presiunii din condensor *(d - e),* datorită pierderilor de presiune la evacuarea aburului în condensor:

$$\delta p_2 = p_2' - p_2 .$$

6. Evacuarea aburului din cilindru încetează atunci când începe comprimarea (punctului *4*), iar presiunea la sfârșitul comprimării este:

$$p_c = \frac{2}{3} p_1$$

7. Admisia aburului în cilindrul mașinii începe atunci când pistonul încă nu a ajuns în **poziția** extremă, adică în punctul 5, când începe momentul deschiderii avansului la **introducția** aburului.

11.5.1. Lucrul mecanic și randamentele mașinii cu abur

Să presupunem că în timpul unei singure curse a pistonului pătrunde în cilindrul mașinii o cantitate de abur egală cu:

$$g_h = \frac{G}{120n} \text{kgf} \tag{11.13}$$

unde G-consumul de abur al mașinii, în kgf/h și n-numărul de turații al mașinii pe minut.

în acest caz, volumul de abur admis în cilindrul mașinii la o singură cursă va fi:

$$V_h = g_h \cdot v_1 , \tag{11.14}$$

unde: v_1 - volumul **specific** iniţial al aburului cu parametrii

$$p_1 \text{ şi } t_{-} \text{ în } \frac{m^3}{kgf}$$

Lucrul mecanic util, echivalent lui $g_h[kgf]$ de abur, într-o singură parte a cilindrului la maşina reală, în timpul a două curse de piston, este reprezentat grafic în diagrama p -v prin suprafaţa diagramei indicate *1-2-3-4-5-1* (fig. 11.22) şi este egală cu:

$$L_i = 10^4 \cdot p_{im} V_0 \ , \tag{11.15}$$

unde:

$$10^4\, kgf/m^2 \qquad 1 kgf/cm^2$$

$p\ im$ - presiunea medie indicată a aburului în cilindru, pentru două curse, în **kgf/cm²**.

V_0 - volumul util al cilindrului, în **m³**.

Dacă se cunosc diametrul cilindrului *D* şi cursa pistonului *S*, determinarea volumului cilindrului se face astfel:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S[m^3] \tag{11.16}$$

iar formula lucrului mecanic util va căpăta forma:

$$L_i = 10^4 \cdot p_{im} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \tag{11.17}$$

În cazul când cantitatea de abur g_h este introdusă într-o maşină care ar lucra după un ciclu teoretic Rankine, atunci lucrul mecanic teoretic produs de această cantitate de abur va fi:

$$g_h \cdot L_0 = 427 \cdot g_h (i_1 - i_2) = 427 g_h h_a \ , \tag{11.18}$$

unde $(i_1 - i_2)$- căderea de **entalpie** a aburului în timpul destinderii adiabate, în **kcal/kgf**, data în diagrama *i-s* de verticala h_a între stările iniţială şi finala ale destinderii adiabate.

Randamentul indicat al cilindrului se nueşte raportul dintre căderea **adiabată** indicată h_i^c şi căderea totală h_a^c din cilindrul maşinii:

$$\eta_i^c = \frac{L_i}{g_h L_0} = \frac{10^4 p_{im} \cdot V_0}{g_h 427 (i_1 - i_2)} = \frac{h_i^c}{i_1 - i_2} = \frac{h_i^c}{h_a^c} \ , \tag{11.19}$$

unde $h_i^c = \dfrac{10^4 \cdot p_{im} V_0}{427 g_h}$, adică h_i^c reprezintă căldura echivalentă cu lucrul mecanic util dezvoltat de un **kgf** de abur în mașină.

Din formula $\eta_i^c = \dfrac{h_i^c}{h_a^c}$ putem deduce valoarea lui h_i^c :

$$h_i^c = \eta_i^c h_a^c \ . \tag{11.20}$$

Această expresie reprezintă căderea **adiabată** indicată, echivalentă cu lucrul mecanic util într-un singur cilindru al mașinii cu abur.

Dacă avem însă o mașină cu multiplă expansiune, atunci căderea adiabată totală indicată va fi egală cu suma căderilor adiabate indicate tuturor cilindrilor mașinii, adică:

$$H_i = h_i^c \tag{11.21}$$

iar căderea totală adiabată a mașinii va fi:

$$H_a = \Sigma h_a^c = i_1 - i_2 \ . \tag{11.22}$$

Randamentul indicat al mașinii cu multiplă expansiune va fi:

$$\eta_i^m = \frac{H_i}{H_a} , \tag{11.23}$$

de unde rezultă variația de **entalpie** în mașină:

$$H_i = \eta_i^m H_a \ . \tag{11.24}$$

În acest caz relația de legătură dintre lucrul mecanic util al aburului L, puterea indicată a mașinii N_i și căderea adiabată indicată a mașinii H_i este următoarea:

$$N_i = \frac{427 G H_i}{3600 \cdot 75} = \frac{G H_i}{632{,}3} \left[CP \right] . \tag{11.25}$$

Consumul specific indicat de abur, adică pentru 1CP efectiv pe oră (d_i), este egal cu:

$$d_i = \frac{632{,}3}{H_i} = \frac{632{,}3}{\eta_i^m H_a} \left[kgf / CPh \right] . \tag{11.26}$$

Consumul specific efectiv de abur, adică pentru 1CP efectiv pe oră (d_e), este egal cu:

$$d_e = \frac{d_i}{\eta_m} \left[kgf / CPh \right] , \tag{11.27}$$

unde η_m - randamentul mecanic al mașinii cu abur care este egal cu raportul dintre puterea efectivă N_e si puterea indicată N_i a mașinii, adică:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \cdot \tag{11.28}$$

Valoarea randamentului mecanic al mașinilor moderne cu abur este de 0,80 - 0,95.

Consumul specificindicat de căldură pentru 1CP indicat q_i este :

$$q_i \quad d_i(i_1 - i_2) \quad [\text{kcal/CPh}] \,, \tag{11.29}$$

unde $i_1 - i'_2$ - conținutul de căldură al unui kgf de agent termic de lucru în timpul unui ciclu; i_2 - **entalpia** condensatului, corespunzătoare temperaturii de saturație, la presiunea din condensor p_2.

Pentru determinarea valorii căderilor adiabatice, consumurile specifice de abur și a căldurii se poate folosi diagrama *i-s*.

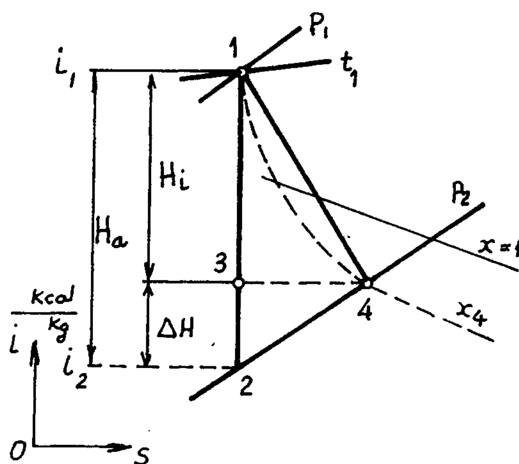


Fig. 11.23. Reprezentarea în diagrama *i-s* a procesului de lucru al aburului în mașina cu simplă expansiune

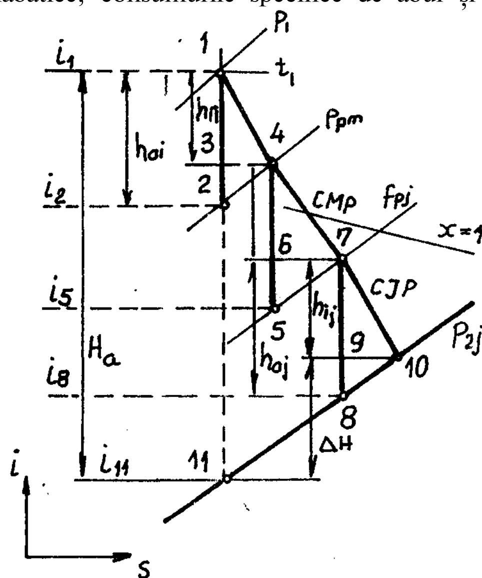


Fig. 11.24. Reprezentarea în diagrama *i-s* a procesului de lucru al aburului în mașina cu triplă expansiune

Procesul de lucru al aburului în mașina cu simplă **expansiune** s-a reprezentat în fig. 11.23, iar pentru mașina cu triplă expansiune, în **fig.** 11.24.

Pentru studiul si calculele mașinilor cu abur cu **simplă** expansiune se folosește metoda procesului de lucru al aburului cu ajutorul diagramei *i-s* (vezi fig. 11.23). Astfel: din punctul 7, ce caracterizează starea inifială a aburului înainte de a intra în mașină, starea **definită** de parametrii **lor** p_1 și t_1 se construiește o linie verticală *1 - 2* până la presiunea p_2 din condensor. Acesta linie reprezintă destinderea **adiabată** a aburului în mașină. care antrenează o cădere totală de **entalpie** $H_a - i_1 - i_2$. **Cunoscându-se** variația de entalpie utilă $H_i = i_1 - i_3$ se determină punctul *3*, care se află situat sub punctul *1* la o distanță egală cu valoarea H_i.

Prin punctul *3* se duce o linie paralelă cu abscisa *OS* până la intersecția cu izobara p_2 și se află punctul *4* ce corespunde stării reale a aburului la sfârșitul procesului de lucru.

Dreapta *1 - 4* **reprezintă** aproximativ procesul de lucru al aburului în maşina reală cu simplă expansiune, **procesul** real de lucru care are loc în **maşină** este reprezentat cu aproximaţie prin linia **punctată** ce uneşte punctele *1* şi *4* . Segmentul adiabatic *3* • *2* corespunde pierderilor termice din maşină şi se notează cu **H** .

Pentru maşina cu expansiune multiplă procesul convenţional în diagrama *i-s* se construieşte în mod analog şi consecutiv pentru fiecare cilindru în parte.

Pentru construirea procesului convenţional, în prima aproximaţie se determină variaţiile de **entalpie** pentru fiecare **cilindru.** Astfel, pentru maşina cu triplă expansiune s-a admis următoarea succesiune pentru reprezentarea procesului termic în diagrama (vezi fig.11.24).

Cunoscând parametrii iniţiali ai aburului înainte de a intra în maşină, p_1 şi t_1, se **deteremină,** punctul *1* ce corespunde conţinutului iniţial de căldură i_1.

Din **punctul** *1* se duce o verticală pe care se ia căderea de entalpie $i_1 - i_2 = h_{ai}$ care are loc în **cilindrul** de înaltă **tensiune** şi se determină astfel punctul 2 situat pe izobara p_{pm} , corespunzătoare presiunii la intrarea în cilindrul de medie presiune C.M.P.

În acelaşi mod se determină presiunea aburului în **resiverul C.J.P.** Din punctul *1* în jos se ia căderea termică indicată din **C.I.P.** h_{if} şi se obţine astfel punctul *3.* Prin punctul *3* se duce o orizonatală până la punctul *4.* Dreapta *1 - 4* reprezintă procesul aproximativ de lucru al aburului în C.I.P., iar punctul *4* corespunde terminării procesului în C.I.P. si începutul procesului în C.M.P.

în mod analog se construieşte procesul aproximativ de lucru al aburului *4 - 7* din C.M.P. şi cel din cilindrul de joasă presiune *7 - 10.* Punctul *10* caracterizează starea aburului la sfârşitul procesului din CJ.P. Diferenţa de entalpie de la orizontala ce trece prin punctul *11* reprezintă la scară pierderile termice din maşina cu abur, notate cu *H* .

Din diagramă se poate determina căderea termică indicată pentru maşina cu dublă expansiune:

$$H_i \quad h_{iî} + h_{im} , \tag{11.30}$$

iar pentru maşina cu triplă **expansiune**

$$H_i \quad h_{iî} + h_{im} + h_{ij} , \tag{11.31}$$

unde h_{if}, h_{im} şi h_{ij} sunt căderile termice utile corespunzătoare **C.I.P.**, C.M.P. şi C.J.P., în **kcal/kg.**

Economicitatea termică a maşinilor navale cu abur se determină cu ajutorul randamentelor.

Dacă considerăm că o maşină cu abur funcţionează după un ciclu teoretic **Rankine,** economicitatea ei se determină cu ajutorul randamentului termic teoretic, adică:

$$_{Mt} = \frac{H_a}{i_M - i_2'} = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_2'} . \tag{11.32}$$

Valoarea randamentului termic teoretic este cuprinsă în limitele:

$$\eta_t = 0,25 \div 0,31$$

Pentru stabilirea gradului de perfecțiune al mașinii se determină randamentul termic indicat η_{ti} - dat de raportul dintre cantitatea de căldură, transformată în lucru mecanic util, si cantitatea de căldură pe care o primește aburul în timpul unui ciclu, adică:

$$\eta_{ti} = \frac{H_i}{i_1 - i_2'} = \frac{\eta_i^m}{i_1 - i_2'} = \eta_i^m \eta_t \ . \tag{11.33}$$

Randamentul termic indicat la mașinile moderne cu abur este cuprins între limitele:

$$\eta_t = 0{,}22 \div 0{,}24$$

Randamentul termic efectiv al mașinii cu **abur** determină toate pierderile de la ciclul mașinii până la ax, adică:

$$\eta_{i2} = \eta_{ti}\eta_m = \eta_i^m \eta_t \eta_m = \frac{H_i}{i_1 - i_2'} \cdot \eta_m \ , \tag{11.34}$$

unde η_m este randamentul mecanic al mașinii.

Valoarea randamentului termic efectiv depinde de valoarea celorlalți factori: η^m_i, η_t, η_m.

La mașinile moderne cu abur el atinge valorile:

$$\eta_{te} = 0{,}15 \div 0{,}22 \ .$$

Pentru a aprecia economicitatea unei instalații de forță cu abur trebuie să se studieze randamentul cu care ea lucrează. Randamentul de care trebuie sa se ,tina seama este randamentul total al instalației $\eta_{inst.}$.

Randamentul total al unei instalații depinde de mărimea pierderilor în instalație si se determină cu formula:

$$\eta_{inst} = \eta_{te} \cdot \eta_k \cdot \eta_{tub} \cdot \eta_{aux} \ , \tag{11.35}$$

unde: η_k - randamentul căldării de abur;

η_{tub} - randamentul tubulaturii principale de abur;

η_{aux} - randamentul mecanismelor auxiliare.

Pentru a mări randamentul total al instalației trebuie să acționăm în sensul reducerii pierderilor în mașină si în instalație.

11.5.2. Bilanțul termic al instalației de forță cu mașina cu abur

Pentru a ne da seama mai bine de randamentul unei instalații de forță cu abur să întocmim bilanțul termic al instalației. în majoritatea cazurilor, bilanțul termic se reprezintă sub formă de grafic (fig. 11.25) care este mai sugestiv. Bilanțul termic al instalației de forță se determină pornind de la căldura produsă prin arderea combustibilului (100%) în focarul căldării. Se notează cu Q^i_i puterea calorifică inferioară a combustibilului (kcal/kg).

Să luăm spre exemplu o instalație de forță cu abur simplă cu tiraj natural, fără **preîncălzirea** apei de alimentație și a aerului (fig. **11.25**). Toate mecanismele auxiliare sunt puse în funcțiune de arborele mașinii principale. Bilanțul termic al acestei instalații este dat de următoarea expresie:

$$Q_i^c = Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_{10} + Q_{11} \qquad (11.36)$$

unde $Q_i^c - Q_2 - Q_3 - Q_4 - Q_5 = Q_1$ **este** căldura pe care o conține aburul la introducerea în mașină; Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 este căldura care se pierde în generatorul de abur, corespunzătoare **pierderii** în mediul înconjurător, din cauza arderii mecanice incomplete, a arderii chimice incomplete și **căldura** transportată de gaze în coșul căldării; Q_6 - căldura **care se** pierde o dată cu **evacuarea** aburului **în condensor**; Q_7 - căldura care se pierde în **mașina** reală datorită pierderilor **suplimen-tare**; Q_8 **-căldura** echivalentă lucrului mecanic consumat **pentru** învingerea frecării **în** mașină; Q_{10} - căldura echivalentă cu **pierderile din** tubulatura principală; Q_{11} - căldura echivalentă cu energia transmisă în **propulsor.**

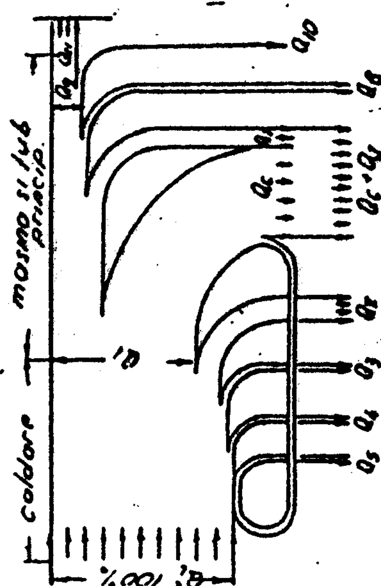


Fig. 11.25. Bilanțul termic al unei instalații de forță cu mașina cu abur

După cum se vede, din căldura Q_i^c produsă prin arderea combustibilului în focarul căldării numai **cantitatea** de căldură Q_{11} se **tranformă** în lucrul mecanic util, care este necesar pentru punerea în mișcare a navei.

Prin urmare, randamentul instalației de forță cu abur se determină din relația:

$$\eta_{inst} = \frac{Q_{11}}{Q_i^c}. \qquad (11.37)$$

De aici rezultă că randamentul total al unei instalații depinde de mărimea pierderilor și ca va trebui să luam măsuri pentru reducerea la minimum a acestor pierderi.

11.5.3. Determinarea presiunii indicate medii, în cilindrul maşinii cu abur

Presiunea indicată medie în cilindrul maşinii cu abur se determină din diagrama indicată a maşinii, care reprezintă dependenţa presiunii în cilindru faţă de volumul ocupat de abur, $p = f(v)$. Această diagramă se obţine practic prin ridicarea diagramei indicate cu ajutorul aparatului de ridicat diagrama, numit indicator. Deoarece fiecărei poziţii a pistonului iî corespunde un volum determinat al aburului în cilindru (inclusiv spaţiul mort), este evident că prin alegerea unor scări convenabile pentru construirea diagramelor curbele din diagrama $p = f(v)$ şi din diagrama indicată vor fi identice. Lungimea diagramei corespunde volumului v descris de piston. Axa ordonatelor din diagrama $p = f(v)$ trebuie să fie trasată în afara punctului extrem al diagramei (din partea introducerii aburului) la o distanţă care corespunde volumului spaţiului mort V_m.

Dacă se respectă aceste condiţii, diagrama indicată reprezintă relaţia dintre presiunea aburului din cilindru şi poziţia pistonului, precum şi relaţia dintre presiune şi volumul ocupat de abur.

Determinând diagrama indicată şi pentru spaţiul din spatele pistonului la maşina necesară pentru calculul puterii indicată medie necesară pentru calculul puterii indicate a cilindrului respectiv.

La maşinile cu multiplă expansiune, dacă în interiorul diagramei teoretice diagramele indicate medii, obţinem atunci diagrama sumară indicată.

înainte de a construi diagrama sumară indicată a maşinii cu multiplă expansiune să examinăm mai întâi elementele diagramei teoretice a maşinii echivalente.

Maşina echivalentă este o maşină cu simplă expansiune care funcţionează cu parametrii aburului maşinii cu multiplă expansiune si dezvoltă aceeaşi putere.

Cu ajutorul diagramei de funcţionare a unei maşini cu simplă expansiune (maşina echivalentă) vom determina lucrul mecanic efectuat de o maşină cu triplă expansiune în mod teoretic, adică fără pierderi (fig.11.26). Pentru explicarea acestei diagrame teoretice a maşinii echivalente presupunem că:

- aburul cu parametrii iniţiali p_1 şi v_1 este introdus direct în CJ.P. al unei maşini cu triplă expansiune, după izobara AB;
- aburul se destinde din punct de vederpolitropic, de la v_1 până la v $= ED$, după care este evacuat în condensor la presiunea p_2.

În acest caz lucrul mecanic teoretic efectuat de abur este reprezentat, la scară, prin suprafaţa diagrameiA, B, C, D, A.

Gradul de umplere CJ.P. va fi acelaşi ca la maşina cu simplă expansiune, adică:

$$\varepsilon_2 = \frac{v_1}{v_j} = \frac{AB}{ED}, \qquad (11.38)$$

de unde gradul de expansiune va fi:

$$= \frac{1}{\varepsilon_2} = \frac{ED}{AB} \qquad (11.33)$$

Dacă acelaşi volum de abur $v_1 = AB$, aflat la presiunea $p_î$, este introdus în C.I.P., se va destinde până la volumul teoretic al C.I.P. $(v_î)$. De aici aburul utilizat trece în **C.M.P.**, prin resiver (cu presiunea p_m) şi se destinde până la volumul teoretic al **C.M.P.** trece în **C.J.P.** cu presiunea p_j şi se destinde până la volumul teoretic al CJ.P. $(V_j > v_m > v_i)$. Mai departe aburul prelucrat este evacuat în condensor la **presiunea** p_2.

Acest proces de triplă expansiune, din cei trei cilindri consecutivi ai maşinii, este reprezentat în diagrama teoretică p- v(**fig. 11.26**).

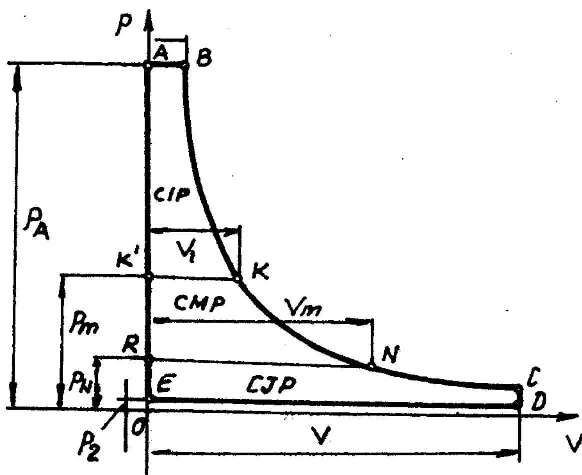


Fig. 11.26. Diagrama teoretică a maşinii echivalente

Ciclul teoretic pentru fiecare treaptă **este** socotiţi **fără** pierderi şi din această cauză suprafaţa sumară a ciclurilor va fi egală cu suprafaţa ciclului executat de maşina echivalentă cu simplă destindere, adică:

Supraf.ABCDEA = **supraf.ABKMA** + **supraf.**MKNRM + **supraf.**RNCDER.

Volumele teoretice descrise de **pistonul** în mişcare vor fi pentru fiecare cilindru:

CJ.P. . . . . v_1 $\varepsilon_{2î} \cdot v_i$;

C.M.P . . . . $v_î = \varepsilon_{2m} \cdot v_m$;

CJ.P $v_m = \varepsilon_{2j} \cdot v_j$.

De unde gradul teoretic de umplere pentru fiecare cilindru va fi:

$$\varepsilon_{2î} = \frac{v_1}{v_î} , \tag{11.40}$$

$$\varepsilon_{2m} = \frac{v_î}{v_m} ; \tag{11.41}$$

$$\varepsilon_{2j} = \frac{v_m}{v_j} . \tag{11.42}$$

În acest caz, produsul gradelor de umplere pentru fiecare cilindru în parte va fi egal cu gradul de umplere al cilindrului echivalent, adică:

$$\frac{v_1}{v_î} \cdot \frac{v_î}{v_m} \cdot \frac{v_m}{v_j} = \frac{v_1}{v_j} = \varepsilon_2 \tag{11.43}$$

Gradul total de destindere va fi:

$$\frac{1}{\varepsilon_{2î}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_{2m}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_{2j}} = \frac{v_î}{v_1} \cdot \frac{v_m}{v_î} \cdot \frac{v_j}{v_m} = \frac{v_j}{v_1} = \frac{1}{\varepsilon_2} = \Delta .$$

(11.44)

Concluzii. Volumul cilindrului maşinii echivalente este egal cu volumul cilindrului de joasă presiune al maşinii cu triplă expansiune care lucrează cu aceiaşi parametri şi pe care o înlocuieşte.

în maşina echivalentă cu simplă expansiune, gradul de umplere şi gradul de destindere sunt egale cu gradul de umplere şi respectiv cu gradul total de destindere al maşinii cu multiplă expansiune.

Cu toate acestea, în maşina reală cu expansiune multiplă, practic, aburul nu poate fi destins în cilindri până la presiunea din resiver, întrucât pentru a evacua aburul din C.I.P. în resiver şi din resiver în C.M.P. trebuie să avem o cădere de presiune mare între cilindru şi resiver.

Destinderea incompletă a aburului în cilindri permite limitarea dimensiunilor constructive ale cilindrilor.

Volumul teoretic al aburului introdus în cilindru, datorită pierderilor la condensarea iniţială, va fi întotdeauna mai mic decât volumul aburului evacuat din cilindrul anterior la aceeaşi presiune. De exemplu (vezi fig.11.27) în maşina cu triplă expansiune volumul teoretic $v_î$ al aburului evacuat din C.I.P. este mai mare decât volumul aburului introdus la aceeaşi presiune în C.M.P., adică: $v_î > v_{oî}$.

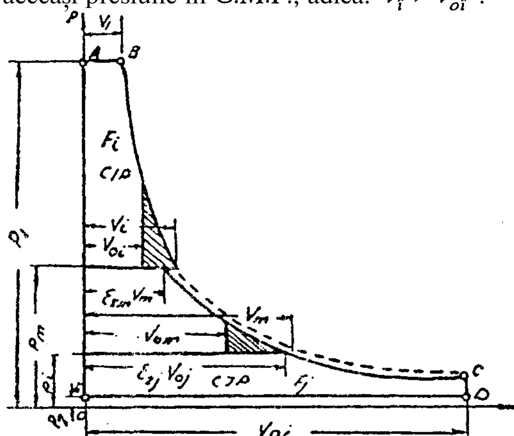


Fig. 11.27. Diagrama teoretică de ansamblu a maşinii cu triplă expansiune şi cu destindere incompletă a aburului în cilindri

Aceeaşi situaţie are loc si în ceilalţi cilindri şi, ca urmare, suprafeţele diagramelor pentru fiecare cilindru în maşina reală vor fi mai mici decât suprafaţa diagramei echivalente, adică suprafaţa *ABCDEA* < suprafaţa $F_î + F_m + F_j$.

Suprafeţele haşurate în diagrama teoretică de ansamblu a maşinii cu triplă expansiune reprezintă pierderile de lucru mecanic datorită destinderii incomplete a aburului în C.I.P. şi C.M.P.

în interiorul diagramei teoretice a maşinii echivalente înscriem diagramele indicate medii şi obţinem astfel o diagramă sumară indicată a maşinii cu triplă expansiune (vezi fig.11.28).

Lungimea diagramelor indicate, pentru fiecare cilindru al maşinii, exprimă volumele utile ale cilindirilor la aceeaşi scară, adică: $v_{0î}$;v_{om} şi v_{0j} .

Suprafaţa unei astfel de diagrame sumare indicate reprezintă lucrul mediu indicat al aburului în cilindru pentru două curse de piston, adică corespunzător fiecărui cilindru. Adică:

$$\text{C.I.P.} \ldots\ldots\ldots\ldots \; L_{iî} = p_{iî} v_{oî} \; ;$$

(11.45)

$$\text{C.M.P.} \ldots\ldots\ldots\ldots \; L_{im} = p_{im} v_{om} \; ;$$

(11.46)

$$C.J.P. \ldots\ldots\ldots\ldots \; L_{ij} = p_{ij} v_{oj};$$

(11.47)

unde $p_{iî}, p_{im}$ şi p_{ij} - presiunea medie indicată în C.I.P., C.M.P. şi C.J.P.

Suprafaţa *ABCDEA* reprezintă lucrul mecanic teoretic al maşinii echivalente,
adică:

$$L_t = P_t \cdot v_{oj};$$

(11.48)

unde P_t - presiunea medie teoretică a aburului în maşina echivalentă.

Suma suprafeţelor diagramelor indicate, ridicate pentru cilindrii unei maşini reale, raportată la suprafaţa diagramei teoretice a maşinii echivalente cu simplă expansiune, se numeşte grad de umplere al diagramei sumare indicate pentru maşina cu multiplă expansiune şi se notează cu α :

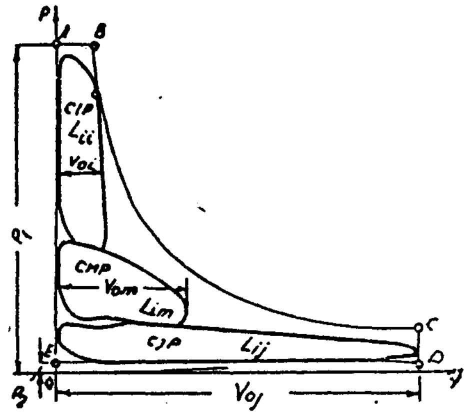


Fig. 11.28. Diagrama sumară indicată a maşinii cu **triplă expansiune, fără** să se tină seama de spaţiile moarte

$$\alpha = \frac{F_î + F_m + F_j}{\text{supraf. ABCDEA}} = \frac{L_{iî} + L_{îm} + L_{ij}}{L_t} = \frac{L_i}{L_t},$$

(11.49)

de unde lucrul mecanic indicat al aburului în maşina cu multiplă expansiune este:

$$L_i = \alpha L_t ,$$

(11.50)

unde: $\alpha < 1$.

în practică valorile lui *a* sunt:

- pentru maşini auxiliare: $\alpha = 0{,}64 \div 0{,}73$;
- pentru maşini principale: $\alpha = 0{,}60 \div 0{,}72$.

Observaţie. Aceste ecuaţii obţinute se referă la cazul particular al maşinii cu triplă expansiune, însă ele pot fi folosite şi pentru maşini cu alt număr de cilindri (cu multiplă expansiune).

Lucrul mecanic **indicat** al aburului în maşina cu triplă expansiune la o turaţie completă a axului maşinii este:

$$Li = L_{iî} + L_{im} + L_{ij} \quad p_{iî} v_{0î} + p_{im} v_{om} + p_{ij} v_{0j} ,$$

sau

$$L_i = (p_{iî} \frac{v_{0î}}{v_{oj}} + p_{im} \frac{v_{om}}{v_{oj}} + p_{ij}) v_{oj} = P_{iM} v_{oj} .$$

(11.51)

Valoarea din paranteză a termenului din partea dreaptă a ecuației **11.51** se numește presiune indicată medie în mașina cu triplă expansiune, raportată la cilindrul de joasă presiune, adică:

$$p_{iM} = p_{iî}\frac{v_{oî}}{v_{oj}} + p_{im}\frac{v_{om}}{v_{oj}} + p_{ij},$$

(11.52)

Volumul util pentru fiecare cilindru în **funcție** de suprafața utilă a pistonului F a fiecărui cilindru și de cursa pistonului S va fi:

$$\text{C.I.P.} \ldots\ldots\ldots\ldots v_{oî} = F_î \cdot S \;;$$

(11.53)

$$\text{C.M.P.} \ldots\ldots\ldots\ldots v_{om} = F_m \cdot S \;;$$

(11.54)

$$\text{C.J.P.} \ldots\ldots\ldots\ldots v_{oj} = F_j \cdot S \,.$$

(11.55)

Substituind valorile volumului util al cilindrilor în ecuația (11.52), se determină presiunea indicată medie a mașinii, raportată la suprafața utilă a pistonului la C.J.P, care este egală cu:

$$p_{iM} = p_{iî}\frac{F_î}{F_j} + p_{im}\frac{F_m}{F_j} + p_{ij}\left[\text{kgf/cm}^2\right],$$

(11.56)

unde suprafața utilă a pistonului în fiecare cilindru se calculează cu formula

$$F = \frac{\pi D^2}{4}\left[\text{cm}^2\right],$$

(11.57)

în care:

$$D^2 = D_{cil}^2 - \frac{d_t^2}{2},$$

(11.58)

unde: D_{cil} - diametrul teoretic al cilindrului, în cm.

d_t - diametrul tijei pistonului, în cm.

în mod analog se pot scrie și formulele referitoare la mașina cu dublă expansiune.

11.5.4. Puterea indicată a mașinii cu abur

Cunoscând presiunea indicată medie, se poate determina puterea indicată a mașinii. Astfel:

$$N_{i\,cil} = \frac{2p_i \cdot F \cdot S \cdot n}{60 \cdot 75} = \frac{p_i \cdot \pi D^2 \cdot S \cdot n}{4 \cdot 30 \cdot 75} = \frac{p_i \cdot D^2 \cdot S}{9000},$$

(11.59)

unde: p_i - presiunea indicata medie, în kgf/cm^2 ;

F - suprafața pistonului, în cm^2;

D - diametrul interior al cilindrului, în cm^2;
S - cursa pistonului, în cm;
n - numărul de rotații pe minut ale axului.

Pentru mașina cu triplă expansiune, puterea indicată a mașinii este egală cu suma puterii indicate a cilindrilor, adică:

$$N_i = N_{iî} + N_{im} + N_{ij} \,[CP]\,.$$

(11.60)

Dacă se cunoaște presiunea indicată medie a mașinii cu expansiune multiplă (P_{iM}) determinată cu formula (11.60) și diametrul util al cilindrului de joasă presiune D_{oj}, în cm, pentru a determina puterea indicată medie a mașinii cu expansiune multiplă se poate folosi formula:

$$N_{iM} = \frac{P_{iM} \cdot \pi \cdot D_{oj}^2 \cdot S \cdot n}{9000} [CP].$$

(11.61)

Cunoscând viteza medie a pistonului C_m, care se determină cu formula:

$$C_m = \frac{2Sn}{60} = \frac{Sn}{30} [m/s]$$

(11.62)

și înlocuind aceasta în formula (11.59) rezultă:

$$N_{icil} = \frac{p_i \cdot \pi \cdot D^2 \cdot C_m}{300},$$

(11.63)

$$N_{iM} = \frac{P_{iM} \cdot \pi \cdot D_{oj}^2 \cdot C_m}{300}.$$

(11.64)

În practică valoarea vitezei medii a pistonului C_m, pentru mașini de diferite tipuri, se încadrează în limitele:

- pentru mașinile auxiliare

$$C_m = 1{,}0 \div 3{,}5 [m/s]$$

- pentru mașinile principale

$$C_m = 0{,}75 \div 4{,}75 [m/s]$$

Limitele inferioare sunt valabile pentru mașini lente, iar cele superioare, pentru mașini rapide.

Puterea efectivă la arborele mașinii cu abur este întotdeauna mai mică decât puterea indicată, datorită pierderilor în fiecare din organele mașinii, adică: $N_e > N_i$.

Repartizarea puterii în procente pe cilindri se face aproximativ în mod egal pentru a nu solicita inegal vreunul din cilindrii mașinii cu abur.

Dependenta dintre putere **si** dimensiunile principale ale mașinii cu abur.

Dimensiunile principale ale mașinilor cu expansiune multiplă sunt: cursa pistonului S si diametrul C.J.P. D_{oj}.

Cursa pistonului se determină din formula (11.63), cunoscând valorile lui C_m și n, astfel:

$$S = \frac{30\,C_m}{n}\,[m]$$

(11.65)

Diametrul cilindrului de joasă presiune pentru maşina cu expansiune multiplă se determină din formulele (11.61) şi (11.62) astfel:

$$D_{oj} = \sqrt{\frac{9000 \cdot N_{iM}}{P_{iM} \cdot \pi \cdot S \cdot n}},$$

(11.66)

sau

$$D_{oj} = \sqrt{\frac{300 \cdot N_{iM}}{P_{iM} \cdot \pi \cdot C_m}}.$$

(11.67)

Volumele C.I.P. şi C.M.P. se află de obicei într-o anumită dependenţă faţă de volumul C.J.P.:

- pentru maşinile cu triplă expansiune,

$$1 : \frac{V_m}{V_î} : \frac{V_j}{V_î} = 1 : \frac{D_m^2}{D_î^2} : \frac{D_j^2}{D_î^2};$$

(11.68)

- pentru maşinile cu dublă expansiune,

$$1 : \frac{V_j}{V_î} = 1 : \frac{D_j^2}{D_î^2}.$$

(11.69)

11.6. Distribuţia prin sertare a maşinii cu abur

11.6.1. Generalităţi

Gradul de umplere al cilindrului cu abur constituie elementul de bază al distribuţiei aburului în maşină, întrucât de el depinde funcţionarea economică a fiecărui cilindru în parte.

Prin fixarea (alegerea) unui grad de destindere, grad de umplere, grad al avansului la evacuare, raţional, se poate realiza funcţionarea normală a maşinii în toate condiţiile. Toate aceste elemente ale distribuţiei, de regulă se stabilesc, iniţial, prin calcul de fabrica constructoare, după care trebuiesc menţinute la valorile lor în timpul exploatării maşinii.

11.6.2. Ecuația mișcării sertarului

Pentru a determina și cunoaște elementele distribuției, la o mașină cu abur cu piston se folosesc metode **grafo-analitice** care se bazează pe cunoașterea ecuației deplasării sertarului, în funcție de poziția pe care o ocupă pistonului în fiecare moment. Spre exemplificare, luăm pentru analiză o mașină verticală cu **introducție** interioară. Descriem cercul de manivelă al pistonului (fig. 11.29).

Considerăm că pistonul se găsește în P.M.S. (punctul mort **superior**). Manivela este reprezentată raza OA_0.

Poziția excentricului va fi reprezentată printr-o rază a cercului mic care rămâne în urmă (este decalată) față de manivela OA_0 a pistonului la un unghi β de 90°. β - unghi de avans;

Cursa pistonului este distanța S $2R = A_0B_0$;

Cursa senarului este $s = 2r = \overline{mn}$

Considerăm că manivela pistonului se deplasează la unghi *a* în sensul de rotație (din fig. 11.29).

Sertarul se găsește, față de poziția sa medie $(x_1 - x_2)$ la o distanță $\overline{OC}$:

$$x = \overline{OC} = \overline{Oa}\sin(\alpha+\beta) \Rightarrow x = r\sin(\alpha+\beta)$$

pentru o lungime infinit mare a tijei excentricului $(l \rightarrow \ )$.

în realitate, datorită faptului că atât lungimea tijei excentricului cât și lungimea bielei au valori finite (α -f 0) atunci:

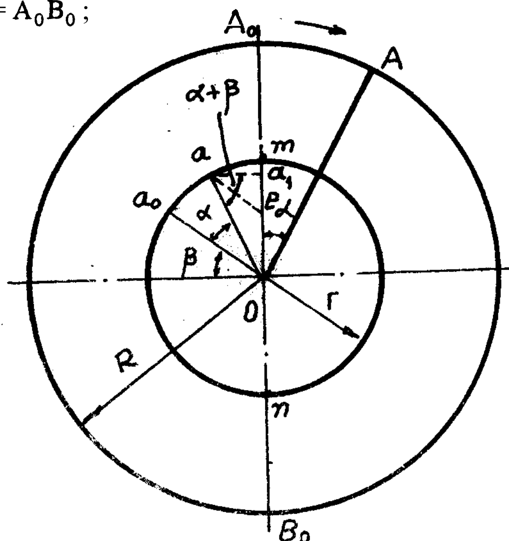


Fig. 11.29. Determinarea cursei sertarului

$$x = \overline{Oc} + \overline{ce}$$

sau putem scrie:

$$x = \pm\left[r\sin(\alpha f\beta) \pm \frac{r^2}{2l}\cos^2(\alpha+\beta)\right]$$

Segmentul $\overline{Ce}$ - constituie corecția pentru lungimea finită a tijei excentricului și este dată de relația:

$$Ce = \pm\frac{r^2}{2l}\cos^2(\alpha+\beta)$$

Corecția va avea semnul (-) când excentricul se va găsi deasupra dreptei x_1, x_2 si seninul (+) când se va găsi sub această dreapă. Având în vedere faptul că la mașinile navale raportul l/r este cuprins între $15 \div 25$, reise practic că această corecție este destul de mică și poate fi neglijată.

în acest caz, ecuația deplasării sertarului va avea forma:

$$x = \pm r\sin(\alpha+\beta) = r\sin\alpha\cos\beta + r\sin\beta\cos\alpha$$

și dacă notăm

$A = r\cos\beta$

$B \quad r\sin\beta$ - constantele de distribuție ale mașinii

$x = A\sin\alpha + B\cos a$

și se poate ușor determina cursa (mărimea deplasării) sertarului pentru fiecare unghi pozițional al manivelei pistonului.

11.6.3. Diagrama de distribuție

11.6.3.1. Diagrama polară a distribuției (Diagrama Zeuner)

Diagrama polară de distribuție se folosește pentru analiza distribuției aburului, fără includerea corecțiilor la lungimea finită a bielei și a tijei pistonului. Aceasta diagramă servește la determinarea corectă a relației dintre mișcarea sertarului și mișcarea pistonului.

Ordinea de construcție a diagramei de distribuție pentru spațiul superior (vezi fig. 11.30):

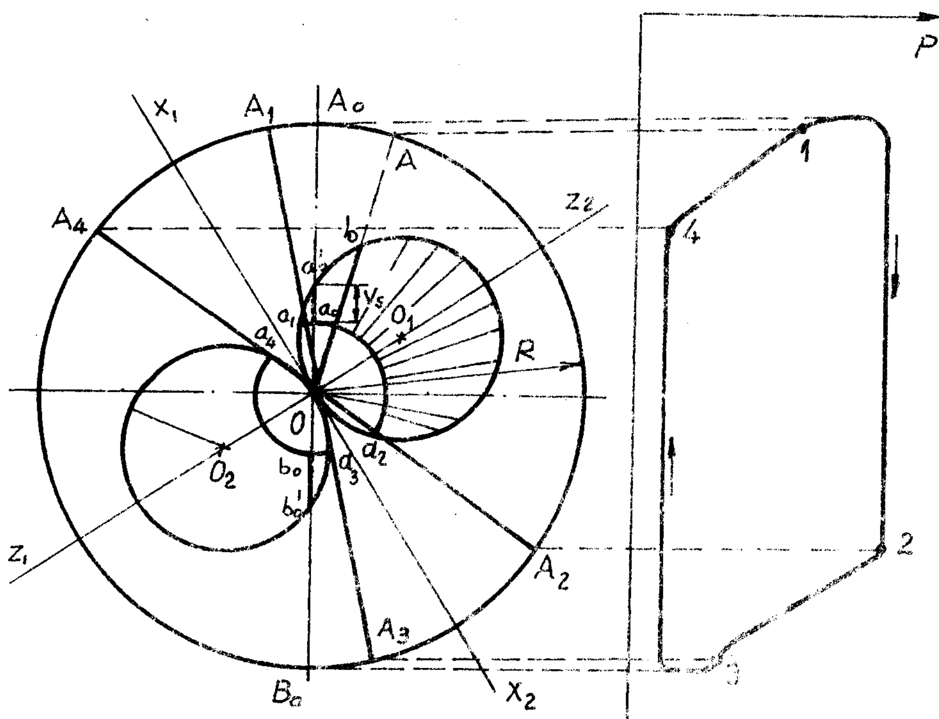


Fig. 11.30. Diagrama polară a distribuției

- se trasează na cerc de rază R - raza manivelei.
- din centrul O se trasează cercul excentricului de rază r
- se trasează axa de deplasare a sertarului z_1 - z_2 sub unghiul β.
- fiecare rază r se împarte în două părți egale și se obțin centrele O_1, O_2, din care trasăm două cercuri cu raza $\frac{r}{2}$.
- din centrul O trasăm un arc de cerc cu raza egală cu acoperitoarea p_s la cercul cu centru O_1 *și* un arc de cerc de rază q_s din centru O la cercul cu centru O_2.
- dreapta $x_1x_2$ce trece prin centru o perpendiculară pe axa z_1z_2, reprezintă linia poziției medii a sertarului.
- ducem razele Oa_1, Oa_2, Oa_3, Oa_4 - și se determină punctele A_1, A_2, A_3, A_4 care definesc punctele de distribuție astfel:

A_1 - începutul admisiei (cu avans la admisie)
A_2 - se termină admisia și începe destinderea
A_3 - începe evacuarea (avansul la evacuare)
A_4 - se termină evacuarea și începe compresia
a_0b_0 ~ cursa manivelei pistonului;
a_0a_0 V_s " avans liniar la admisie;
b_0b_0 - avans liniar la evacuare.

Dacă manivela se află în poziția intermediară $O A$ atunci drumul parcurs de sertar reprezintă deschiderea sa medie va fi egal cu Ob.

Distanța bd reprezintă deschiderea ferestrei de introducție (admisie) pentru poziția respectivă.

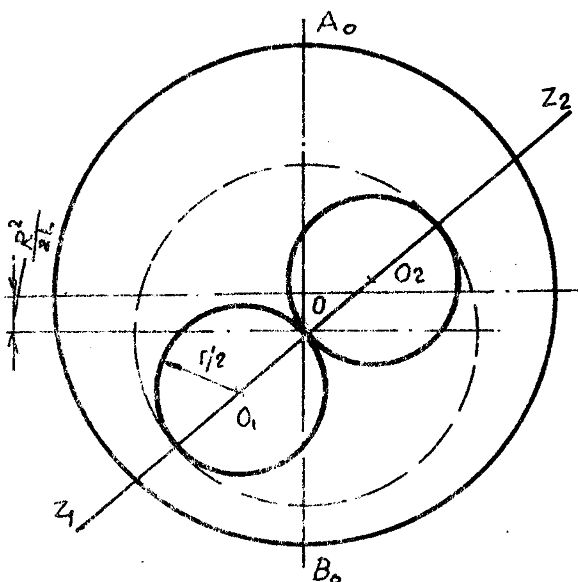


Fig. 11.31. Corecția Briks pentru lungimea finită **a bieîel**

Prin proiecția laterală a punctelor caracteristice în diagrama pV la scara respectivă, pentru o lungime a bielei, se obține diagrama indicata a mașinii.

Construcția diagramei polare pentru spațiul inferior al cilindrului se face analog, cu singura deosebire că arcele de cerc, având razele egale cu valorile acoperitoarelor sertarului, sunt inversate ca poziție în cercurile excentricității.

în practică (calcule) se ține seama de influiența lungimii finite a bielei excentricului care va corecta construcția diagramei.

Corecția este dată de valoarea $\frac{r^2}{2l}$ (figura 11.31), corecția lui Briks datorită lungimii finite a bielei sertarului unde *r* - raza manivelei excentricului; / - lungimea finită a bielei sertarului.

11.6.3.2. Diagrama de distribuție bicentrică (Diagrama BRIKS)

Această diagramă ține seama se influența lungimii finite a bielei pistonului și bielei sertarului și permite stabilirea grafică a legăturii dintre diagrama indicata de funcționare a mașinii și elementele constructive ale sertarului, în funcție de unghiul de rotație ai manivelei pistonului. Diagrama de distributie BRIKS permite rezolvarea a două probleme importante:

1) cunoscând elementele constructive ale distribuției se determină diagrama de functionare a mașinii cu abur cu piston;

2) cunoscând diagrama indicată a mașinii cu abur cu piston se pot determina elemenetele constructive ale distribuției cu sertare.

Aceste probleme se pot rezolva, cunoscând:

-a_0 - lățimea canalului de legătură cilindru - cutie sertar;
- *R* -raza cercului deschis de butonul manivelei pistonului;
- *r* - raza cercului deschis de butonul excentricului;
- *e, i* - valorile acoperitoarelor exterioare, interioare;
-p_1și p_2 presiunile de abur la intrare/ieșire din cilindrul mașinii cu abur cu piston,

a) Ordinea de construcție a diagramei BRIKS pentru introducție exterioară (vezi fig.11.32):
- descriem un cerc cu raza *R* cu centrul în O_1;
- din O_1 în jos diametrul vertical aplicăm corectia lui Brikes $\frac{r^2}{2L}$ pentru lungimea finită a bilei pistonului și obținem centru *O în* jurul căruia se va manevra pistonul; *L* - lungimea finită a bielei;
- din centrul *O* descriem un cerc de raza r;
- presupunem că avem distributie exte oară si ca pistonul se afla în P.M.S.;
- Pentru o mai comoda analiză suprapun J excentricul raza excentricului peste *R* - raza manivelei pistonului adică, aducem excentricul fa sen: invers de rotație, la un unghi β de 90°.

- Datorită acestei suprapuneri axa de deplasare a sertarului se *va* decala din poziția verticală inițială, pe o axă care se va afla si ea decalată fața de poziția verticală îa același unghi β de 90° în sens opus rotației, z_1z_2;

- În cazul distribuției exterioare sertarul se va găsi în partea stângă a axei z_1z_2, iar pentru distribuția interioara în partea dreaptă a axei z_1z_2 ;

- Pe **această nouă axă** z_1z_2 - din centrul *O* - spre **sertar,** aplicăm **corecţia** l_c lungimea finită a tijei **excentricului obţinând** astfel centrul O_2;
- Prin centru O_2 se ridică o perpendiculară pe axa z_1z_2 **până** la intersecţia cu cercul excentricului şi obţinem *CD.*
- *CD* - reprezintă poziţia medie a sertarului
- Faţă de dreapta *CD* se trasează două paralele la distanţele *e* şi *i* egale cu valorile acoperitoarelor respective;

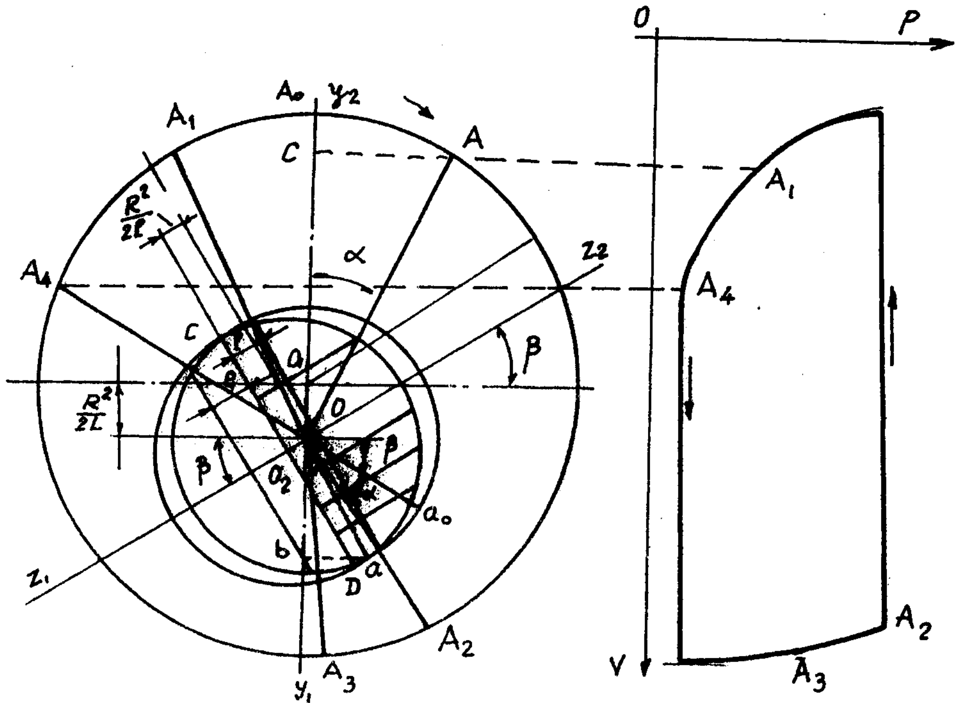


Fig. 11.32. Construcţia diagramei **Briks** pentru maşina cu **introducţie** exterioară

Presupunem că pistonul s-a deplasat din P.M.S. , iar manivela pistonului s-a deplasat cu unghi *a* . în aceasta poziţie pistonul s-a **deplasat** fata de P.M.S. la o distanţă

$$x \quad A_0c \, .$$

Sertarul s-a deplasat faţa de poziţia sa medie la o distantă egală cu x = ob :

$$x \quad ob - r\sin(\alpha + \beta) + \frac{r^2}{2l}\cos^2(\alpha+\beta) \, .$$

Diagrama Briks **permite** determinarea distanţei parcurse de sertar faţă de poziţia sa medie în fiecare moment şi pentru fiecare poziţie a manivelei, prin coborârea unei perpendiculare din **punctul** de intersecţie al razei manivelei cu cercul excentricului, pe linia *CD.* în această situaţie distanţa *ob* practic este egală cu distanta *kd.*

b) Ordinea de construcție a diagramei **Briks** pentru **introducția** interioară (vezi fig.11.33):

- descriem un cerc cu raza $R = 50 \div 100mm$ cu centrul O_1 , R - raza manivelei pistonului;
- trasăm cele două axe;
- aplicăm corecția lui Briks pentru lungimea finită a bielei și obținem astfel O;
- din centrul O trasăm axa sertarului la un unghi β (**unghi** de **avans**);
- pe axa z_1z_2 înspre sertar aplicăm corecția Briks **pentru lungimea** finită a tijei excentricului ($\frac{r^2}{2l}$) și obținem centru O_2 ;
- din centrul O_2 trasăm cercul excentricului cu **raza** r ;
- din centrul O_2 ridicăm o perpendiculară la axa z_1z_2 - CD;
- paralel cu axa CD (axa poziției medii a sertarului) trasăm o altă dreaptă la distanța acoperitoarei interioare la introducție în spațiul **superior** - i_s și o altă dreaptă paralelă la distanța acoperitoarei exterioare a spațiului superior e_s, obținând astfel punctele a_1, a_2, a_3, a_4.
- din centrul O, prin punctele a_1, a_2, a_3, a_4. de pe cercul mic ducem raze până la intersecția cu cercul mare în punctele A_1, A_2, A_3, A_4..

A_1 - reprezintă poziția pistonului și a manivelei pistonului în momentul avansului la introducție în spațiul superior (totodată sfârșitul compresiei);

A_2 - reprezintă poziția pistonului sau a manivelei pistonului în momentul închiderii **introducției** (și sfârșitul **admisiei**);

A_3 - reprezintă poziția pistonului la sfârșitul destinderii sau avansul la evacuare;

A_4 - reprezintă poziția pistonului la sfârșitul evacuării și începutul compresiei.

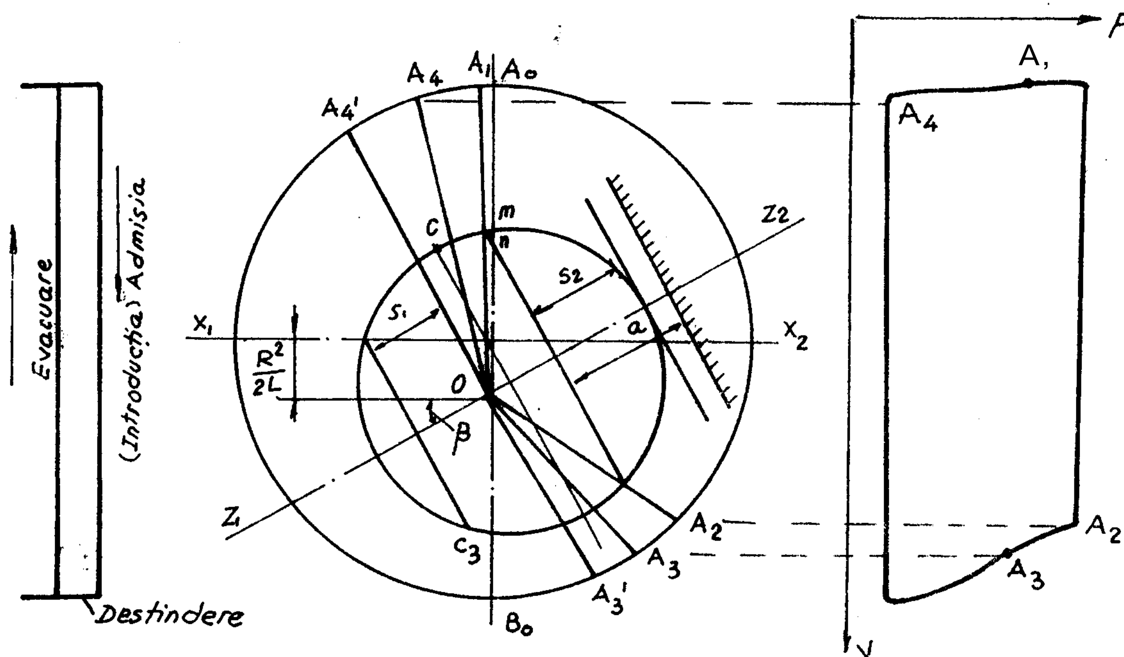


Fig. 11.33. Diagrama Briks pentru mașina cu introducție Interioară

Pe o perpendiculară coborâtă din punctul de intersecție al diametrului vertical cu cercul excentricului pe dreapta a_1a_2 adică segmentul mn reprezintă avansul liniar la **introductie** pentru spațiul superior.

Calitățile diagramei Briks pentru introductia exterioară si interioară:

1. Spațiul parcurs de sertar la orice poziție a manivelei se determină prin perpendiculara coborâta din punctul de intersecție al razei manivelei cu cercul excentricului pe dreapta $\overline{CD}$.

2. Unghiurile de introductie $A_1\hat{O}A_2$ si unghiul de evacuare $A_3\hat{O}A_4$ sunt împărțite în două părți egale de către axa z_1z_2.

3. Coarda a_1a_2 împarte jumătatea cercului în **două**: una egală cu **acoperitoarea** la introductie în spațiul superior, cealaltă **egală** cu m_s si **reprezintă** deschiderea maximă a ferestrei de introducție a aburului în cilindru:

$$r = p_s + m_s$$

4. Perpendiculara mn **reprezintă** avansul liniar la introductie în spațiul superior.

5. Din **diagramă** se pot scoate elementele distribuției ε_1, ε_2, ε_3, ε_4:

$\varepsilon_1 = \dfrac{A_0C_1}{A_0B_0}$ - gradul avansului la introductie:

$\varepsilon_2 = \dfrac{A_0C_2}{A_0B_0}$ - gradul de umplere al cilindrului

$\varepsilon_3 = \dfrac{A_0C_3}{A_0B_0}$ - gradul avansului la evacuare

$\varepsilon_4 = \dfrac{A_0C_4}{A_0B_0}$ - gradul de compresie

11.6.4. Momentele de distributie

11.6.4.1. Momentele distribuției în mașina cu plină introductie

Mașinile cu plină introductie nu sunt economice, însă cu toate acestea ele sunt folosite cu succes pentru punerea în funcțiune a servomotoarelor, **vinciurilor, cabestanelor.**

Distribuția aburului în mașina cu plină introductie se realizează cu ajutorul sertarelor normale (**fără** acoperitoare).

Procesul de lucru al aburului în mașina cu plină introductie consta în două etape (faze) principale: 1 - *introductia*; 2 - *evacuarea.*

în cazul distribuției deosebim trei momente principale care au loc în timpul unei singure curse (180°RAC), după care fazele se repetă la fiecare 180°RAC.

Pentru realizarea unei astfel de mașini sunt necesare următoarele **conditii**:

1} mașina sa aibă doi cilindri;

2) **decalajul** manivelelor pistoanelor să fie de 90°RAC;

3) sa aibă sertare normale (**fără** acoperitoare).

Momentul L

Pistonul se află în P.M.S., iar sertarul în poziție medie (canalele sunt închise).

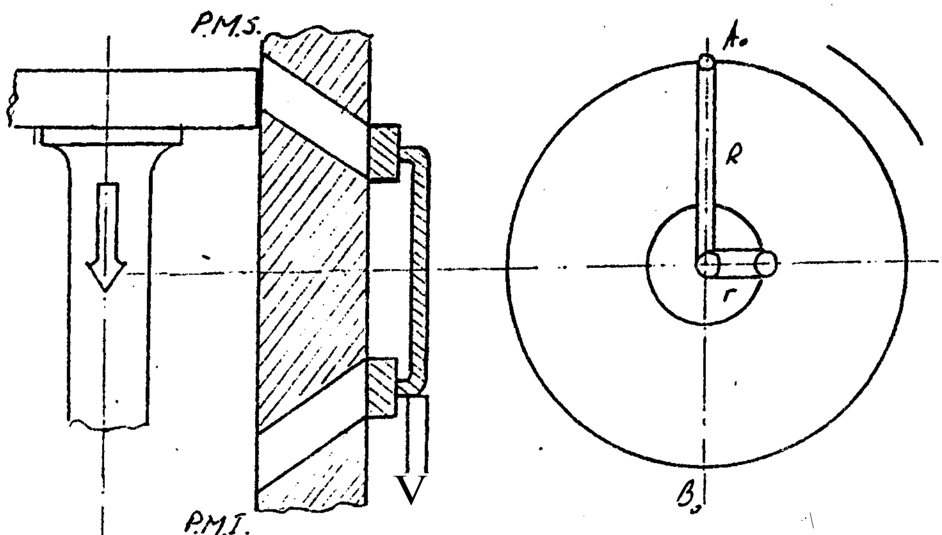


Fig. 11.34. Primul moment al distributiei masinii cu plină introductie

Momentul 2.

Pistonul se află în poziția medie, iar sertanil în poziție extremă inferioara, s-a deplasat cu distanța *r* și a deschis canalul de introductie.

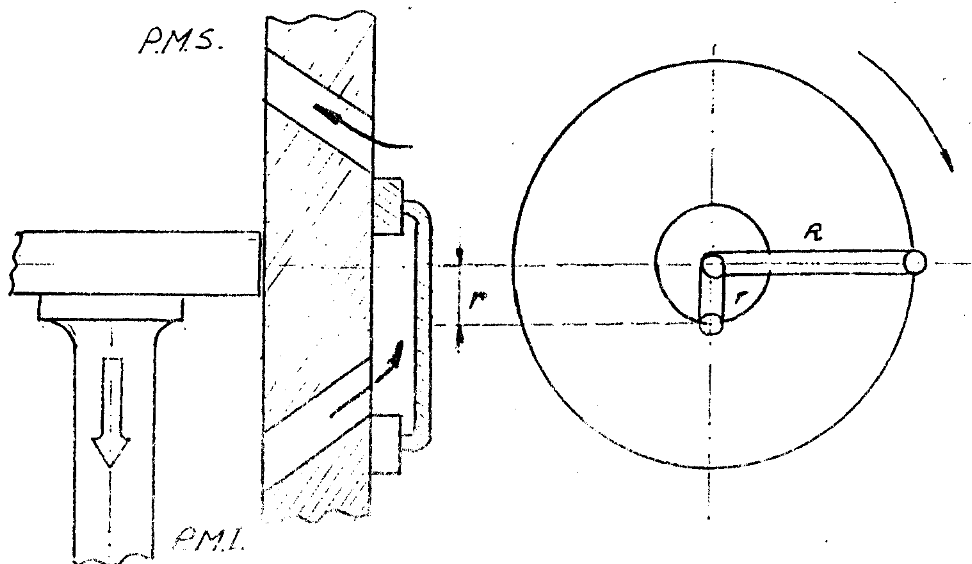


Fig. 11.35. Al doilea moment a! distribuției masinii cu plină introductie

Momentul 3.

Pistonul se află la **P.M.I.**, iar sertarul în poziție medie (canalele sunt din nou închise).

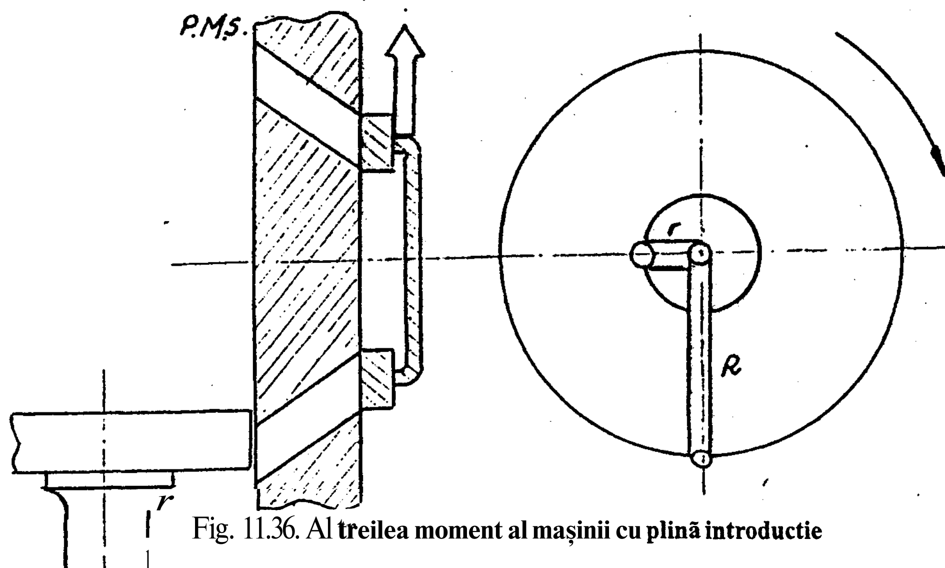


Fig. 11.36. Al **treilea moment al mașinii cu plină introductie**

Tipuri de sertare: 1. sertare plane; 2. sertare cilindrice.

Rolul sertarului este de a închide **și** deschide, la anumite momente, canalele pentru **admisia și** evacuarea aburului din **mașină**.

Sertarul plan aluneca alternativ în ambele sensuri pe o suprafața plana fin prelucrata care poartă denumirea de oglindă a sertarului.

Sistemul de distribuție se compune din: sertar, **tija** sertarului, biela excentricului, gulerul excentricului, discul excentricului.

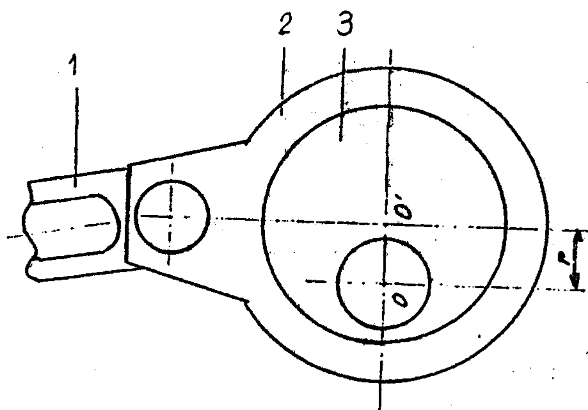


Fig. 11.37. Ansamblul excentricului

1. biela excentricului; 2. gulerul excentricului; 3. discul excentricului; *r* - raza de excentricitate - cursa sertarului;

Unghiul format de axa manivelei si axa excentricității se numește unghi de decalaj.
Unghiul de decalaj prezintă importantă din punct de vedere al **admisiei** aburului
- admisia exterioară cu **90°RAC+β**.
- admisia interioară cu **90°RAC-β**.

Sertarul cilindric asigură de regulă atât o introductie interioară cât si exterioară și se realizează de **regulă** pentru mașina cu **abur** de propulsie cu triplă expansiune.

Sertarele cilindrice sunt prevăzute cu **segmenti** pentru etanșeitate.

11.6.4.2. Distribuția exterioară la mașinile eu destindere

Momentul J.

Avansul liniar la **admisie** în partea superioară a sertarului, se notează cu V_s. Prin acest avans se înțelege înălțimea ferestrei de introductie care este deschisă când pistonul se găsește **în** P.M.S.

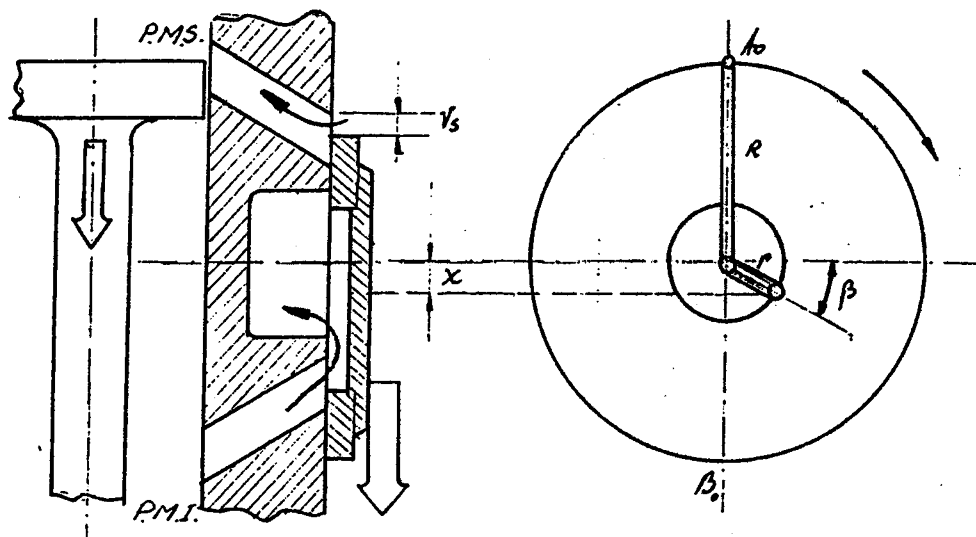


Fig. 11.38. Avansul liniar la admisie la partea superioară

Pistonul se găsește în P.M.S. Din spațiul inferior al cilindrului are loc o **evacuație** a vaporilor prelucrați. Sertarul se deplasează în jos până la punctul său mort. Fereastra superioară de introducție este deschisă **pentru** admisia aburului cu valoarea avansului liniar V_s.

Sertarul se deplasează în jos si parcurge distanta *x* față de poziția sa medie; distanta *x* este egală cu valoarea acoperitoarei de introductie la partea superioara a **cilindrului**, plus avansul liniar de admisie în partea **superioară** a cilindrului:

$$x = p_s + V_s ,$$

Mărimea avansului liniar la admisie pentru partea inferioară a cilindrului, V_i, este mai mare decât la partea superioară:

$$V_i = (1,5 \div 2,0) V_s$$

Momentul 2. **Introductia** maximă în spațiul superior al cilindrului.

Este **momentul** celei mai mari deschideri a ferestrei pentru introducerea aburului la partea superioară a cilindrului.

La partea inferioară a cilindrului se face evacuarea completă a aburului.

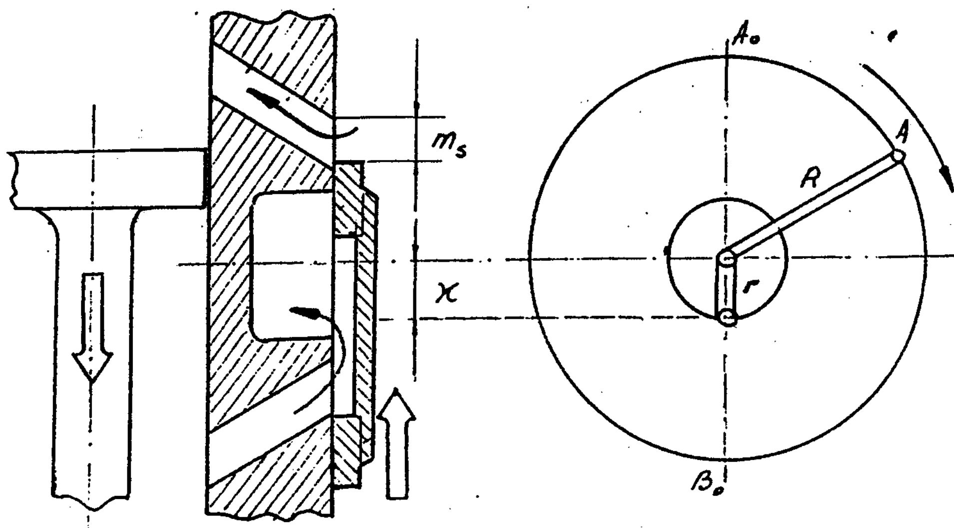


Fig. 11.39. Introductia maximă în spațiul superior al cilindrului

Pistonul continuă să se deplaseze în jos spre P.M.I.

Sertarul se află la o distantă *x* de poziția medie: $x = r = p_s + m_s$, unde:

m_s - deschiderea **maximă** a ferestrei pentru admisia aburului si egală cu $(0,6 \div 0,8)a_s$

a_s - lățimea totală a canalului de **admisie** în spațiul superior

Momentul 3.

închiderea **admisiei** în spațiul superior al **cilindrului**.

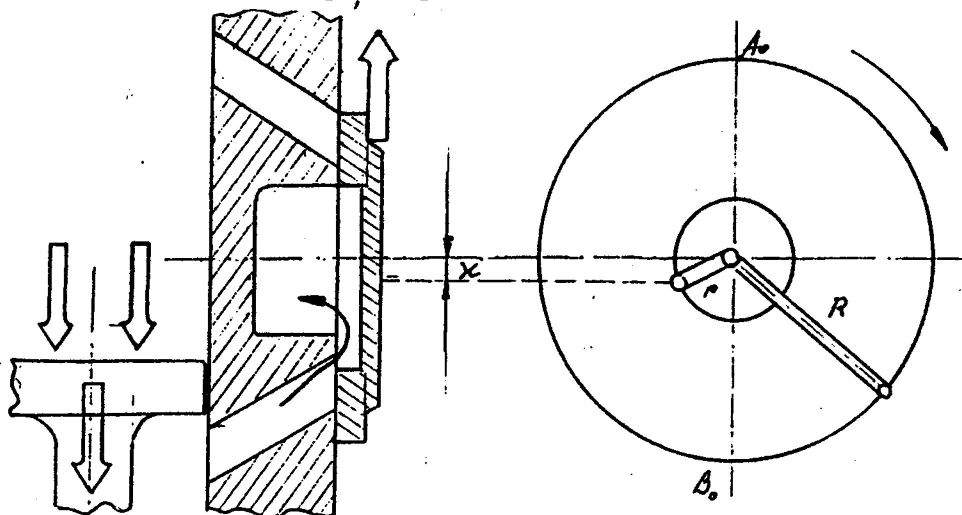


Fig. **11.40.** închiderea admisiei în **spațiul** superior

Este momentul în care fereastra introductiei în spațiul superior al cilindrului este închisa complet de către sertar. în acest moment începe destinderea vaporilor în spațiul superior al cilindrului.

Din acest spațiul inferior continuă să se facă evacuarea vaporilor prelucrați.

Pistonul se deplasează spre P.M.I.

Sertarul se deplasează în sus, fată de poziția sa medie se află la distanța x egală cu acoperitoarea exterioară

$$x = p_s$$

Momentul 4.

începutul compresiei în spațiul inferior al cilindrului.

în acest moment fereastra de evacuare a vaporilor din spațiul inferior este complet închisă de către sertar. în spațiul superior al cilindrului, continuă destinderea vaporilor. în spațiul inferior începe compresia, sertarul se deplasează în sus:

$$x = q_i = i_i$$

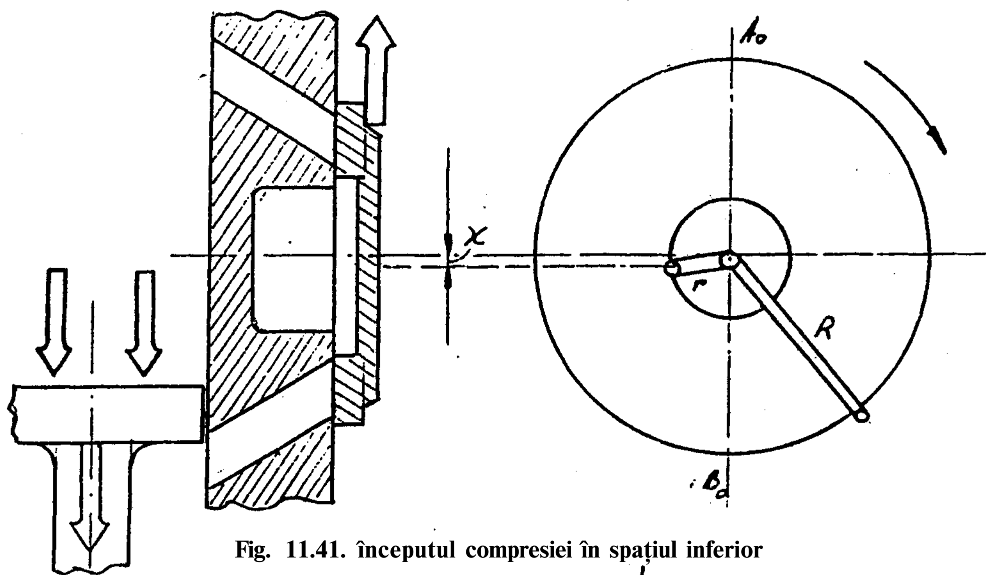


Fig. 11.41. începutul compresiei în spațiul inferior

Momentul 5.

Poziția medie a sertarului.

Axa de simetrie a sertarului coincide cu axa de simetrie a oglinzii cutiei sertarului. în acest moment în spațiul superior continuă destinderea, iar în spațiul inferior continua compresia.

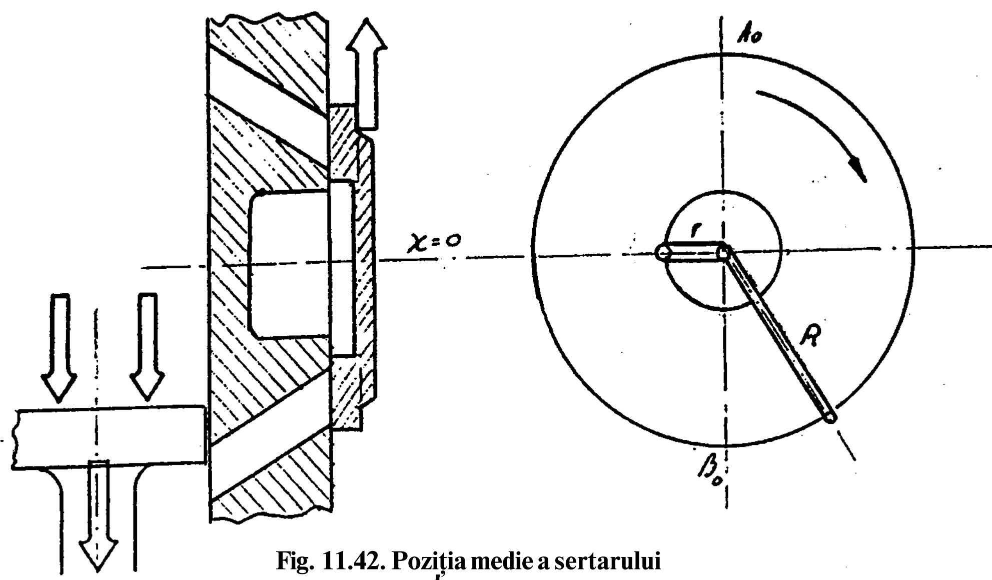


Fig. 11.42. Poziția medie a sertarului

Pistonul se **deplasează** spre P.M.I. Sertarul se **deplasează** în sus.

Momentul 6.

începutul avansului la evacuare din spațiul superior al cilindrului.
în spațiul superior se termina destinderea vaporilor.
începe evacuarea lor.
în spațiul inferior continuă compresia.

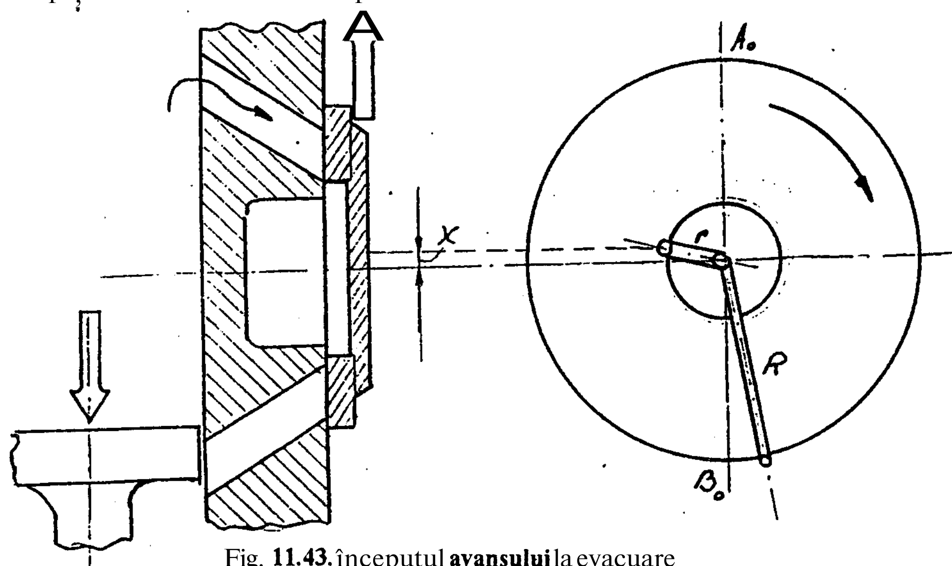


Fig. **11.43.** începutul **avansului** la evacuare

Pistonul nu a ajuns în P.M.I. Sertarul se deplasează în sus depărtându-se de poziția medie la distanța:

$$x = q_s = i_s$$

Momentul 7.

începutul avansului introductiei în spațiul inferior al cilindrului.

Continuă evacuatia vaporilor prelucrați în spațiul **superior**. în spațiul inferior începe avansul la introductie. Sertarul se deplasează în sus și se găsește la o **distanță** *x* fată de poziția medie:

$$x = p_i = e_i$$

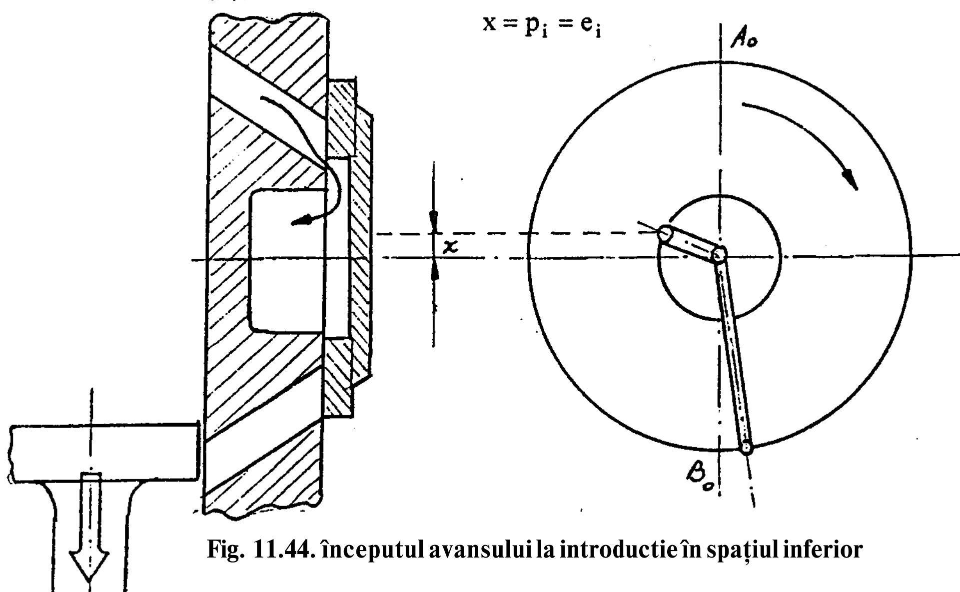


Fig. 11.44. începutul avansului la introductie în spațiul inferior

Momentul 8.

Avansul liniar la introductie în spațiul inferior.

Pistonul și manivela sa se găsește la P.M.I.

Din spațiul superior al cilindrului are loc evacuatia vaporilor prelucrați.

Sertarul continuă să se deplaseze în sus.

Fata de poziția sa medie, sertarul se găsește la o **distanță** *x*: $x = p_i + V_i$.

Avansul liniar la introductie în spațiul inferior este mai mare decât avansul liniar la introductie în spațiul superior:

$$= (1{,}6 \div 2{,}0)V_s$$

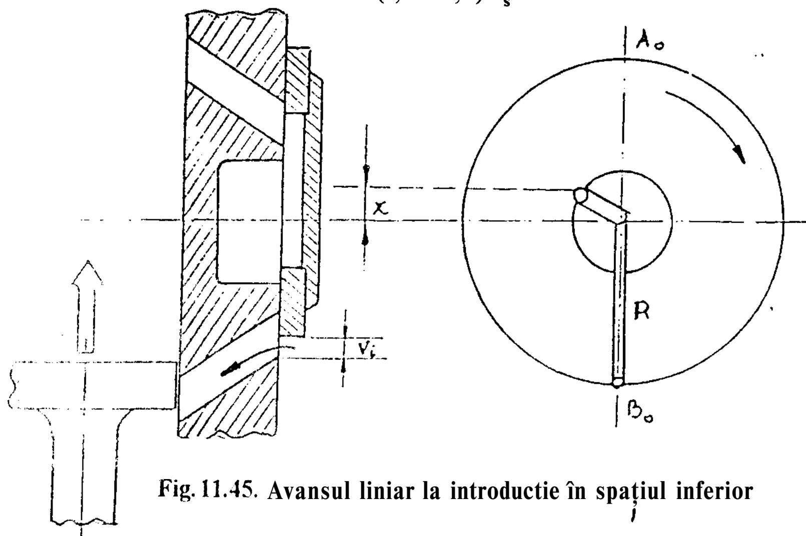


Fig. 11.45. Avansul liniar la introductie în spațiul inferior

Bibliografie

[1] G. **Halus** — Mașini marine
București, 1943

[2] LI. **Visota** — Mașini navale cu abur
Moscova, 1961

[3] A. **Ștefănescu** ș.a. — Mașini energetice
Editura **Tehnică**, București, 1962

[4] I. V. **Inozemțev** — Motoare termice
Editura Tehnică, București, 1955

[5] I. Capra, I. **Constantinescu** — Manualul mecanicului de navă
Editura **Tehnică**, București, 1962

[6] K. Schroder — Centrale termoelectrice de putere mare
Editura Tehnică, București, 1965

12

REGLEMENTĂRI ALE ORGANIZAŢIILOR INTERNAŢIONALE ŞI SOCIETĂŢILOR DE CLASIFICARE

12.1.Introducere

Activitatea de transport maritim internaţional poate funcţiona eficient numai dacă este stabilit si implementat un sistem oficial convenit şi acceptat la nivel internaţional de reglementari economice, juridice şi tehnice.

Un astfel de sistem trebuie să acopere interesele diverse ale armatorului, **navlositorului,** societăţii de asigurare, societăţii de clasificare, statului al cărui pavilion îl poartă nava si statului în al cărui port intră nava.

Un sistem care să acopere în special multiple aspecte tehnice şi care să faciliteze operarea navelor în trafic internaţional a fost dezvoltat de Organizaţia Maritimă Internaţională (IMO) şi de Organizaţia Muncii Internaţionala (ILO) şi Organizaţia Internaţională a Societăţilor de Clasificare (IACS).

Acest sistem este în principal bazat pe un număr de instrumente internaţionale şi un set de reguli de clasificare care conţin reglementări pe care părţile interesate se angajează să le aplice şi respecte în totalitate.

Instrumentele internaţionale sunt reprezentate în principal de convenţii, protocoale, amendamente, coduri si rezoluţii.

Instrumentele organizaţiilor internaţionale conţin principii uniforme şi reglementări care sunt aplicabile navelor care operează în trafic internaţional. Ele sunt rezultatul activităţii statelor membre ale organizaţiilor internaţionale în care s-a stabilit aderarea si aplicarea reglementărilor puse de acord.

Statele membre au obligaţia de a dezvolta o legislaţie naţională bazată pe instrumentele internaţionale care să conţină cel puţin reglementările internaţionale la care se adaugă reglementările stabilite la nivel naţional.

la general, reprezentantul statului care este implicat în activitatea din sectorul maritim legată de organizaţiile internaţionale este Administraţia Maritimă. O administraţie maritimă poate desfaşura această activitate complet independent sau poate apela la recunoaşterea unei alte organizaţii , în general o societate de clasificare, cu delegarea completă sau parţială a activităţii acelei organizaţii.

Activitatea Organizaţiei Maritime Internaţionale şi Organizaţiei Muncii Internaţionale se desfăşoară în comitete de lucru care au ca principal obiectiv elaborarea de reglementări

ate instrumentelor internaționale.

Fiecare societate de **clasificare** elaborează în principal **reglementări** proprii de **clasificare** a navelor. **Activitatea** Organizației Internaționale a Societăților de **Clasificare** se **desfășoară în** grupări de **lucru** care au ca principal obiectiv elaborarea **reglementărilor** unificate de clasificare.

Societățile de clasificare sunt **consultate** de către administrațiile maritime în elaborarea **reglementărilor naționale în** timp ce **Organizația** Internațională a Societăților de **Clasificare** este consultată de către Organizația Maritima Internațională in elaborarea reglementărilor **internaționale**.

12.2. Reglementări ale organizațiilor internaționale

Organizațiile internaționale a căror activitate este **strins** legată de sectorul maritim și **în** special Organizația Maritimă Internațională **(IMO)** au stabilit reglementări care să acopere multiple aspecte privind siguranța pe mare și **prevenirea** poluării de la nave.

Reglementările instrumentelor internaționale au fost stabilite astfel încât să se încurajeze o cât mai largă acceptare și implementare efectivă la nivel global.

In activitatea de implementare, conformarea la reglementări prin eliberarea de **certificate,** întocmirea de manuale sau adnotarea în jurnalele de bord fac parte **dintr-un** amplu proces de certificare. Procesul de certificare începe în timpul construcției navei sub forma de certificare inițială și continua atât timp cât nava este în exploatare sub forma de **reînoire** a certificării. Acest proces este supus unei continue supravegheri de către administrația maritimă a statului al cărui pavilion îl poartă nava sau organizația **recunoscută** de către administrația maritimă și căreia i **s-a** delegat **activitatea.**

In procesul de certificare se eliberează:

- certificate pentru materialele folosite la construcția navei și echipamentelor (denumire, compoziție **chimică,** proprietăți mecanice, metode de control nedistructiv);
- certificate pentru componente (denumire, dimensiuni, tolerante, **aparteneța** la ansamblu);
- **certificate** pentru ansambluri (denumire, parametri funcționali, parametri de probe);
- certificate statutare care atestă conformarea navei sau unor părți **ale** navei la **anumite** părți ale instrumentelor internaționale, care împreună cu planurile de construcție avizate fac parte din documentația care trebuie să existe la bordul navei.

Planurile de construcție întocmite de către o organizație de proiectare se avizează de către administrația maritimă sau de către organizația recunoscută. Avizarea planurilor are ca obiectiv verificarea îndeplinirii reglementărilor aplicabile.

Certificatele care se eliberează în urma îndeplinirii unor reglementări specifice în procesul de producție și supraveghere a execuției de către administrația maritimă sau organizația recunoscută nu sunt supuse procedurii de reînoire. Totuși, ele pot avea valabilitate limitată pentru a se evita utilizarea la navă a componentelor care trebuie să se conformeze unor reglementări specifice cu o mare dinamică de îmbunătățire. Valabilitatea limitată se adresează în principal producătorilor care trebuie să modifice caracteristicile produselor astfel încât să îndeplinească noile reglementări.

Certificatele care se eliberează la nivel de navă sunt supuse procedurii de reînoire la terminarea perioadei de valabilitate. In timpul perioadei de valabilitate aceste certificate sunt supuse procedurii de confirmare a valabilității. **Reînoirea** și confirmarea certificatelor sunt rezultatul unei proceduri de inspectare de către reprezentanții administrației maritime sau organizației recunoscute în care se verifică menținerea îndeplinirii reglementărilor aplicabile.

In general, instrumentele internaționale adoptate sub forma convențiilor internaționale sunt elaborate sub formă de articole si capitole. Articolele **conțin** reglementări cu caracter

general legate de modul de abordare a convenției în diferite situații specifice. Capitolele **conțin reglementări** cu caracter tehnic sau procedural în care se poate face **referire** la alte **instrumente** internaționale adoptate sub forma **codurilor** sau rezoluțiilor.

Există reglementări internaționale care conțin suficiente detalii pentru a face posibilă o implementare **imediată**, dar există și multe reglementări pentru a căror implementare sunt necesare reglementări **specifice** suplimentare.

Principalele instrumente internaționale sunt:

1. CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU SIGURANȚA VIEȚII UMANE PE MARE, 1974 (SOLAS 1974) cu amendamentele la aceasta

2. PROTOCOLUL DIN 1978 SI 1988 LA CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU SIGURANȚA VIEȚII UMANE PE **MARE**, 1974 (SOLAS PROT 1978, SOLAS PROT 1988)

- Convenția SOLAS 1974 cu Protocolul din 1978 este cunoscută sub denumirea de SOLAS **1974/1978**

3. REGULILE **INTERNAȚIONALE** PENTRU PREVENIREA COLIZIUNILOR PE MARE, 1972 (**COLREG** 1972) cu amendamentele la acestea

4. CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU PREVENIREA **POLUĂRII DE** LA NAVE, 1973 (**MARPOL** 1973) cu amendamentele la aceasta

5. PROTOCOLUL DIN 1978 LA CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU PREVENIREA **POLUĂRII** DE LA NAVE, 1973 (MARPOL PROT 1978)

- Convenția MARPOL 1973 cu Protocolul din 1978 este cunoscută sub denumirea de MARPOL 1973/1978

6. CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU **LINIILE** DE ÎNCĂRCARE, 1966 (LOAD LINES 1966) cu amendamentele la aceasta

7. PROTOCOLUL DIN 1988 LA CONVENȚIA **INTERNATIONALA** PENTRU **LINIILE** DE ÎNCĂRCARE, 1966 (LOAD LINES PROT 1988)

8. CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU MĂSURAREA TONAJULUI LA NAVE, 1969 (TONNAGE 1969)

9. CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU STANDARDE DE PREGĂTIRE, CERTIFICARE ȘI SERVICIU DE CART PENTRU NAVIGATORI, 1978 (**STCW** 1978)

10. CODUL INTERNAȚIONAL PENTRU MANAGEMENTUL SIGURANȚEI (**ISM** CODE)

11. CODUL INTERNAȚIONAL PENTRU MĂRFURI PERICULOASE (**IMDG** CODE)

12. CODUL INTERNAȚIONAL PENTRU CONSTRUCȚIA ȘI ECHIPAMENTUL NAVELOR CARE TRANSPORTĂ MĂRFURI CHIMICE PERICULOASE IN VRAC (**IBC** CODE)

13. CODUL INTERNAȚIONAL PENTRU CONSTRUCȚIA ȘI ECHIPAMENTUL NAVELOR CARE TRANSPORTĂ GAZE LICHEFIATE IN VRAC (IGC CODE)

14. CODUL PENTRU FOLOSIREA SIGURĂ A MĂRFURILOR SOLIDE IN VRAC (BC CODE)

15. CODUL PENTRU CONSTRUCȚIA ȘI ECHIPAMENTUL NAVELOR CARE TRANSPORTĂ MĂRFURI CHIMICE PERICULOASE IN VRAC (BCH CODE)

16. CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU SALVAREA ȘI CĂUTAREA MARITIMĂ, 1979 (SAR 1979)

17. **CONVENȚIA INTERNAȚIONALĂ PENTRU** PREVENIREA **POLUĂRII** MARINE PRIN ARUNCAREA DE REZIDUURI ȘI ALTE SUBSTANȚE, 1972 (**LDC** 1972) cu amendamentele la aceasta.

Adoptarea și implementarea instrumentelor internaționale menționate mai sus se pot face împreuna cu alte instrumente internaționale sub forma de rezoluții. Principalele organisme ale Organizației Maritime internaționale (**IMO**) care elaborează aceste rezoluții sunt:
- Ansamblul Organizației - rezoluțiile adoptate sunt codificate A.n(m) în care *n* reprezintă numărul atribuit rezoluției iar *m* reprezintă numărul sesiunii în care rezoluția a fost adoptată;
- Comitetul Securității Maritime (**MSC**) - rezoluțiile adoptate sunt codificate **MSC.n(m)** în care *n* **reprerzintă** numărul atribuit rezoluției iar *m* reprezintă numărul sesiunii în care rezoluția a fost adoptată;
- Comitetul pentru Protecția Mediului Marin (**MEPC**) - rezoluțiile adoptate sunt codificate **MEPC.n(m)** în care *n* reprezintă numărul atribuit rezoluției iar *m* reprezintă numărul sesiunii în care rezoluția a fost adoptată;

12. 2.1. Reglementări ale Convenției Internaționale pentru Siguranța Vieții Umane pe Mare, 1973/1978 (SOLAS 1974/1978) cu amendamentele la aceasta

Convenția SOLAS 1974/1978 cu amendamentele la aceasta conține reglementări care se referă la construcția corpului navei, mașinilor și echipamentului montate pe navă cu obiectivul principal ocrotirea vieții umane pe mare.

Convenția se aplică tuturor navelor cu excepția navelor militare, navelor pentru mărfuri cu mai puțin de 500 tonaj brut, navelor nepropulsate, navelor din lemn, iahturilor care nu sunt angajate în transport maritim și navelor de pescuit.

Volumul reglementărilor aplicabile care trebuie îndeplinite depinde de categoria în care se încadrează nava. Nava poate face parte din categoria " navă nouă" atunci când chila navei este pusă sau se află într-un stadiu similar de construcție la sau după data intrării în vigoare a convenției cu amendamentele la aceasta, sau din categoria "navă existentă" atunci când nava nu este "navă nouă". In textul convenției se precizează la începutul unui capitol sau paragraf dacă reglementările se aplică "navei noi" sau "navei existente".

Convenția este organizată în capitole din care cele mai importante sunt:
- Capitolul II-1 - Construcție, compartimentare și stabilitate, mașini și instalații electrice;
- Capitolul II-2 - Construcție, protecție contra incendiului, detectare și stingere incendiu;

- Capitolul I - Echipamente de salvare;
- **Capitolul IV** - **Radiotelegrafie și radiotelefonie;**
- **Capitolul V** - Siguranța navigației;
- Capitolul V - Transportul mărfurilor periculoase;

Principalele reglementai referitoare la partea mecanică și electrică de la bordul navei sunt conținute în:

- Capitolul -1 - Partea C - Instalații de mașini, **regulie** de la 26 la 39;
- Partea D - Instalații electrice, regulie de la 40 la 45;
- Partea E - Reglementări suplimentare pentru compartimentele de mașini periodic nesupravegheate, regulile de la 46 la 54
- Partea C - Instalații de mașini - cuprinde reglementari privind construcția și funcționarea mașinilor, căldărilor și **recipienților** sub presiune și instalațiile de tubulaturi asociate. Acestea trebuie să fie proiectate și construite conform serviciului pentru care sunt destinate și trebuie să fie instalate și protejate astfel încât să se reducă la minim orice pericol pentru persoanele de la **bord, ținind** seama de **părțile** în mișcare, suprafețele fierbinți și alte pericole (regula 26).

Funcționarea normală a mașinilor de propulsie trebuie să fie asigurată sau restabili chiar dacă unul din echipamentele auxiliare esențiale este scos din funcțiune. Instalațiile de mașini trebuie aduse din starea de navă fără energie în starea de funcționare, fără a apela la energie din afară. **Părțile** supuse presiunii interne trebuie testate inclusiv sub presiune înainte de prima punere în funcțiune. Instalațiile de mașini esențiale trebuie să fie proiectate, construite și instalate astfel încât să funcționeze la ruliu până la 15 grade și tangaj până la 22,5 grade în **amble** părți, cu posibilitatea curățării, inspectării și **intreținerii** și cu un nivel de vibrații care să nu inducă tensiuni excesive în domeniul normal de **lucru(regula** 26).

Instalațiile de mașini trebuie să fie protejate împotriva **supraturației, suprapresiunii** și trebuie să reziste la tensiunile maxime de lucru în toate condițiile de serviciu. Instalațiile mașinilor de propulsie trebuie prevăzute cu dispozitive de oprire automată în caz de defecțiune, cum ar fi lipsa uleiului de ungere, care poate duce rapid la oprire **completă,** avarie sau explozie (regula 27).

Trebuie să se asigure suficienta putere pentru mersul înapoi pentru a asigura controlul navei în orice situație. Abilitatea mașinilor de a **reversa** direcția împingerii **propulsorului** trebuie demonstrată (regula 28).

Orice navă trebuie dotată cu o instalație principală și o instalație auxiliară de guvernare care trebuie astfel instalate încât defectarea uneia să nu o scoată din funcțiune pe cealaltă. Reglementări detaliate referitoare la construcția, instalarea, echiparea și ftincționarea instalației de guvernare sunt stabilite în regulile 29 și 30.

Instalațiile mașinilor principale și auxiliare esențiale pentru propulsie și siguranța navei trebuie prevăzute cu dispozitive efective pentru operare și control care să îndeplinească reglementările regulii 31.

Căldările pentru abur, instalațiile lor de alimentare cu apă și instalațiile de tubulaturi pentru abur trebuie să fie construite și să funcționeze cu îndeplinirea reglementărilor stabilite în regulile 32 si 33.

Instalațiile pentru aer sub presiune trebuie să îndeplinească măsurile de siguranță stabilite în regula 34.

Compartimentele de mașini de categoria A trebuie în mod adecvat ventilate pentru a permite funcționarea instalațiilor de mașini la capacitate maximă și să se asigure confortul personalului (regula 35).

In **compartimentele** de mașini trebuie să se ia măsuri pentru reducerea zgomotului la un nivel acceptabil (regula 36 si rezoluția **A.468(XII)).** Dacă este necesar trebuie prevăzute căști de protecție pentru personalul căruia i se cere să intre în spațiile cu zgomot.

Intre timonerie și compartimentul de **mașini** trebuie să existe cel puțin două mijloace de

comunicare a ordinelor, unul din acestea poate fi telegraful care dă indicaţii vizuale ale ordinelor şi răspunsurilor la acestea(regula 37). In cabinele pentru mecanici trebuie să se audă clar alarma pentru mecanici care se activează din camera de control sau platforma de manevră (regula 38).

Partea D - fagtafaţîî electrice - cuprinde reglementări privind construcţia şi funcţionarea surselor principale de energie electrică şi instalaţiilor de iluminat (regula 41), surselor de avarie de energie electrică (regulile 42 şi 43), dispozitivelor de pornire pentru grupurile generatoare de avarie (regula 44) şi măsurile împotriva şocului, incendiului şi altor riscuri de origine electrică (regula 45). In general, instalaţiile electrice trebuie să fie astfel încât să se asigure menţinerea navei în funcţionare normală fără a se apela la sursa de avarie de energie electrică, serviciile electrice esenţiale pentru siguranţa in diferite condiţii de avarie şi siguranţa pasagerilor, echipajului şi navei faţă de riscurile de natură electrică (regula 40).

Partea E - Reglementări suplimentare pentru compartimentele de maşini periodic nesupravegheate - cuprinde reglementări privind instalaţiile care asigură ca instalaţiile de maşini să poată funcţiona o perioadă de timp fără supravegherea directă a personalului de cart. Aceste instalaţii trebuie să asigure un grad de siguranţă a navei în toate condiţiile echivalent cu cel în care compartimentul de maşini este permanent supravegheat (regula 46). Echipamentele folosite trebuie să funcţioneze sigur şi să permită inspectarea şi testarea regulată pentru a se asigura continuitatea siguranţei în funcţionare. Orice navă trebuie prevăzută cu o documentaţie care să demonstreze eficacitatea funcţionării în sistem periodic nesupravegheat.

- Capitolul Π-2 - Partea A - Generalităţi;
  - Partea B - Măsuri de protecţie contra incendiului pentru nave de pasageri;
  - Partea C - Măsuri de protecţie contra incendiului pentru nave de mărfuri;
  - Partea D - Măsuri de protecţie contra incendiului pentru tancuri.

Obiectivul principal al acestui capitol este de a cere cel mai deplin şi practicabil grad de protecţie contra incendiului, detectare a incendiului şi stingere a incendiului la nave.(regula 2).

Principiile de baza ale reglementărilor sunt:
- împărţirea navei în zone verticale principale cu mărginiri structurale şi termice;
- separarea spaţiilor de locuit de restul navei cu mărginiri structurale şi termice;
- utilizarea restrictivă a materialelor combustibile;
- detectarea oricărui incendiu în zona de origine;
- localizarea şi stingerea oricărui incendiu în spaţiul de origine;
- protecţia mijloacelor de evacuare şi acces pentru combaterea incendiului;
- disponibilitatea rapidă a mijloacelor de stingere a incendiului;
- minimalizarea posibilităţii de aprindere a vaporilor de marfă inflamabili.

Orice navă trebuie să fie prevăzută cu o instalaţie de stingere a incendiului cu apă (regula 4), şi echipament portabil de stingere a incendiului (regula 6).

Compartimentele de maşini trebuie dotate cu o instalaţie de stingere cu gaze (regulile 5 şi 7), sau o instalaţie cu spuma cu coeficient mare de spumare (regulile 7 şi 9), sau cu o instalaţie cu apă pulverizată sub presiune (regulile 7 şi 10) şi echipament portabil de stingere incendiu în funcţie de destinaţia compartimentului (regulile 6 si 7).

Pentru compartimentele de maşini trebuie să fie luate şi măsuri speciale care să limiteze riscul de incendiu, să detecteze şi să alarmeze în caz de incendiu şi să permită combaterea eficientă a incendiului (regulile 11, 13 şi 14). Aceste măsuri pot fi constructive - minimalizarea deschiderilor şi închiderea lor eficientă, sau pot fi oprirea surselor care întreţin arderea - ventilatoare, pompe care vehiculează combustibil şi închiderea valvulelor de pe tancurile de combustibil.

Reglementările prevăd limitări în folosirea combustililului lichid, uleiului de ungere şi altor hidrocarburi inflamabile (regula 15) şi condiţii speciale de ventilaţie la navele altele

decât nave de pasageri care transportă mai mult de 36 pasageri (regula 16).
Nava trebuie dotată cu echipament pentru pompieri pentru intervenţii la locul producerii incendiului (regula 17).

Pentru cuplarea instalaţiei de stingere cu apa a navei la o sursa de apă de la uscat trebuie să existe un racord internaţional de legătură cu uscatul (regula 19). Caracteristicile standard ale flanşelor pentru cuplare sunt: diametru exterior 178 mm, diametru interior 64 mm, diametrul cercului şuruburilor 132 mm, 4 găuri echidistante cu diametrul de 19 mm prevăzute cu fante, grosime 14,5 mm şi 4 şuruburi cu lungimea de 50 mm şi piuliţe pentru diametrul de 16 mm.

Pentru îndrumarea ofiţerilor navei şi asistenţa personalului de combatere incendiu de la uscat trebuie afişate şi păstrate planuri de combatere a incendiului în care se prezintă împărţirea navei în zone de rezistenţă la incendiu, instalaţiile de combatere incendiu, echipamentul portabil de combatere incendiu, căile de acces şi evacuare, instalaţiile de ventilaţie şi spaţiile deservite de acestea, cu instrucţiuni de intreţinere şi funcţionare a instalaţiilor şi echipamentelor. Un duplicat al acestor planuri trebuie păstrat într-un recipient etanş la exteriorul suprastructurii pentru asistenţa de la uscat (regula 20).

Partea B cuprinde reglementări privind măsurile de combatere a incendiului la navele de pasageri. Măsurile se referă la construcţia structurii şi compartimentare în zone principale verticale şi orizontale pentru incendiu (regulile de la 23 la 31, 33 şi 35), instalaţiile de ventilaţie (regula 32), folosirea restrictivă a materialelor combustibile (regula 34) şi instalaţiile şi echipamentul de combatere incendiu (regulile de la 36 la 41).

Partea C cuprinde reglementări privind măsurile de combatere a incendiului la navele de mărfuri. Măsurile se referă la construcţia structurii şi compartimentare (regulile de la 42 la 47 si 50), instalaţiile de ventilaţie (regula 48), folosirea restrictivă a materialelor combustibile (regula 49) şi instalaţiile şi echipamentul de combatere incendiu (regulile de la 52 la 53). Pentru navele care transportă mărfuri periculoase sunt precizate reglementări speciale (regula 54).

Partea D cuprinde reglementari privind măsurile de combatere a incendiului la tancuri. Măsurile se referă la construcţia structurii şi compartimentare (regulile de la 56 la 58), ventilaţia, purjarea, degazarea şi ventilarea tancurilor de marfă (regula 59), protecţia tancurilor de marfă (regulile 60, 61 şi 62) şi protecţia camerei pompelor (regula 63). Principala instalaţie pentru prevenirea izbucnirii incendiului sau exploziei în tancurile de marfă este cea de gaz inert (regula 62 şi circulara MSC/Circ.353).

- Capitolul III - Partea B - Reglementări pentru navă, regulile 7, 8, 10, 15, 18, 19, 25
  - Partea C - Reglementări pentru echipament, regulile 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52 si 53

Reglementările capitolului III se adresează tuturor membrilor unui echipaj şi se referă la construcţia şi utilizarea echipamentului de salvare şi la procedurile care trebuie urmate pentru a se răspunde eficient când salvarea este necesară. Personalul cu atribuţii în sectorul mecanic al navei trebuie să aibă cunoştinţă cel puţin de reglementările aplicabile acestui sector.

Persoanele care sunt în cart la maşini trebuie să fie prevăzute cu un număr suficient de veste de salvare (regula 7) şi să urmeze instrucţiuni clare în caz de urgenţă (regula 8).

Rolul de echipaj trebuie să fie afişat în compartimentul de maşini şi să cuprindă atributii precum închiderea uşilor etanşe, uşilor de incendiu, valvulelor, hublourilor, luminatoarelor sau altor deschideri similare, utilizarea mijloacelor de comunicare sau folosirea instalaţiilor şi echipamentului de combatere a incendiului (regulile 8 si 53).

Pentru orice ambarcaţiune de salvare cu motor trebuie să fie desemnată o persoană care este capabilă să pună în funcţiune motorul şi să facă reglaje minore (regula 10).

Lansarea şi recuperarea ambarcaţiunilor de salvare trebuie să fie cunoscută şi să se efectueze în siguranţă (regulile 15si 48).

Explicațiile și informațiile conținute în manualul de instruire trebuie cunoscute și respectate. Fiecare membru din echipaj trebuie să participe la cel puțin un exercițiu de abandon și unul de incendiu în fiecare lună. Exercițiul de abandon trebuie să cuprindă și pornirea și funcționarea motorului bărcii de salvare. Fiecare barcă de salvare trebuie lansată și manevrată la apa cel puțin o dată la fiecare 3 luni în timpul unui exercițiu de abandon (regula 18).

Echipamentul de salvare trebuie sa fie pregătit pentru utilizare în orice moment și trebuie să fie întreținut conform instrucțiunilor de la bord. Instrucțiunile trebuie să cuprindă liste de verificare, detalii de intreținere și reparare, programarea întreținerii periodice, diagrame ale punctelor de ungere și lubrefianții recomandați, liste cu piese de rezervă și surse de aprovizionare și jurnale de înregistrare pentru inspecții și intreținere (regulile 19, 25 și 53).

Propulsia bărcilor de salvare trebuie să fie asigurată cu respectarea condițiilor privind combustibilul, sistemul de pornire, construcția și funcționarea motorului, linia axială, tubulatura de evacuare a gazelor, performanțele propulsiei și instrucțiuni de pornire și funcționare (regulile 41, 43, 44 si 47).

Bărcile de salvare complet închise pot avea o instalație de alimentare cu aer (regula 45) și o instalație de protecție contra incendiului (regula 46).

- Capitolul IV - regulile 9, 10, 15, 16 și 17
- Capitolul V - regulile 11, 12, 17, 19, 19-1 și 19-2
- Capitolul V

Partea B - Construcția și echipamentul navelor care transportă chimicale lichide periculoase în vrac, regulile 8, 9 și 1

Partea C - Construcția și echipamentul navelor care transportă gaze lichefiate în vrac, regulile 11, 12 și 13

In urma inspectării navei de către reprezentanți ai administrației maritime sau organizației recunoscută de aceasta confirmarea îndeplinirii reglementărilor aplicabile se materializează în eliberarea următoarelor certificate:

Certificat de Siguranță Construcție pentru Nava de Marfă - pentru îndeplinirea reglementărilor aplicabile din capitolul de către navele de mărfuri

- perioada de valabilitate a certificatului este de cel mult 5 ani;
- inspecția de reînoire se efectuează la expirarea perioadei de valabilitate;
- inspecțiile periodice anuale de confirmare se efectuează în fiecare an în intervalul de minus 3 luni și plus 3 luni față de data aniversară (ziua și luna corespunzătoare datei de valabilitate pentru toate navele de mărfuri;
- inspecția periodică intermediară de confirmare se efectuează la mijlocul perioadei de valabilitate în intervalul de minus 6 luni și plus 6 luni față de acest termen pentru tancurile cu vârsta de sau mai mare de 10 ani.

Certificat de Siguranță Echipament pentru Nava de Mărfuri

- pentru îndeplinirea reglementărilor aplicabile din capitolele П-2, I și V de către navele de mărfuri;
- perioada de valabilitate este de cel mult 2,5 ani;
- inspecția de reînoire se efectuează la expirarea perioadei de valabilitate;
- inspecțiile periodice de confirmare au același regim ca la certificatul de siguranță construcție;
- certificatul trebuie să aibă atașat permanent un Record de Echipament pentru Certificatul de Siguranță Echipament pentru Nava de Mărfuri (Forma E)

Certificat de Siguranță Radio pentru Nava de Mărfuri

- pentru îndeplinirea reglementărilor aplicabile din capitolele IV și EH de către navele de mărfuri;
- perioada de valabilitate este de cel mult 1 an;

- inspecția de reînoire se efectuează la expirarea termenului de valabilitate;
- certificatul trebuie să aibă atașat permanent un Record de Echipament pentru Certificatul de Siguranță Radio pentru Nava de Mărfuri (Forma R);

Certificat de Siguranță pentru Nava de Pasageri
- pentru îndeplinirea reglementărilor aplicabile din toate capitolele de către navele de pasageri;
- perioada de valabilitate este de cel mult 1 an;
- inspecția de reînoire se efectuează la expirarea perioadei de valabilitate;
- certificatul trebuie să aibă atașat permanent un Record de Echipament pentru Certificatul de Siguranță pentru Nava de Pasageri (Forma P)

Certificat de Exceptare
- se eliberează navei pentru care administrația maritimă a stabilit că poate fi exceptată de la îndeplinirea unor reglementări specifice care se înscriu în certificat;
- perioada de valabilitate este limitată;
- se impun condiții de voiaje cu înscrierea acestor voiaje în certificat;
- certificatul înlocuiește certificatul pentru a cărui eliberare nu sunt îndeplinite toate reglementările aplicabile.

Pentru clarificarea reglementărilor în textul convenției se face referire la alte instrumente internaționale din care cele mai importante sunt:

- REGULILE INTERNAȚIONALE PENTRU PREVENIREA COLIZIUNILOR PE MARE, 1972 (COLREG 1972) cu amendamentele la acestea

- CODUL INTERNAȚIONAL PENTRU MĂRFURI PERICULOASE (IMDG CODE)

- CODUL INTERNAȚIONAL PENTRU CONSTRUCȚIA ȘI ECHIPAMENTUL NAVELOR CARE TRANSPORTĂ MĂRFURI CHIMICE PERICULOASE IN VRAC (IBC CODE)

- CODUL INTERNAȚIONAL PENTRU CONSTRUCȚIA ȘI ECHIPAMENTUL NAVELOR CARE TRANSPORTĂ GAZE LICHEFIATE IN VRAC (IGC CODE)

- CODUL PENTRU FOLOSIREA SIGURĂ A MĂRFURILOR SOLIDE IN VRAC (BC CODE)

- CODUL PENTRU CONSTRUCȚIA ȘI ECHIPAMENTUL NAVELOR CARE TRANSPORTĂ MĂRFURI CHIMICE PERICULOASE IN VRAC (BCH CODE)

- rezoluțiile:

A. 413(XI) - Directive pentru inspecțiile prevăzute de Protocolul din 1978 referitor la Convenția Internațională pentru Siguranța Vieții pe Mare, 1974 și de Protocolul din 1978 referitor la Convenția Internațională pentru Prevenirea Poluării de la Nave, 1973.
A. 466(XII) - Proceduri pentru controlul navelor;
A. 467(XII) - Directive pentru acceptarea neduplicării actuatorului de cârma pentru tancuri, tancuri pentru produse chimice și tancuri pentru gaze de 10000 tone, brut și mai mult dar mai puțin de 100000 tdw;
A. 468(XII) - Codul pentru nivelul de zgomot la bordul navelor;
A. 567(14) Reguli pentru instalațiile de gaz inert la tancurile pentru produse chimice;
A. 602(15) - Directive revizuite pentru extinctoarele portabile navale;
MSC/Circ.353 - Directive revizuite pentru instalații de gaz inert.

2.2 Reglementari ale **Convenției** Internaționale pentru **Prevenirea Poluării** de la **Nave, 1973/1978 (MARPOL 1973/1978)** cu amendamentele k aceasta

Convenția MARPOL **1973/1978** cu amendamentele la aceasta conține reglementări care **se** referă la prevenirea **poluării** cu **hidrocarburi,** substanțe **lichide** nocive in vrac, substanțe **dăunătoare transportate pe mare într-o** forma **ambalată, ape uzate** și gunoi.

Convenția se aplică **tuturor navelor** cu excepția navelor **militare,** navelor **auxiliare** sau altor nave **folosite** fa scop militar care sunt proprietatea sau sub operarea unui stat și **folosite numai pentru** serviciu guvernamental necomercial.

Obiectivul **principal** al **convenției** este completa eliminare a poluării internaționale a mediului marin cu hidrocarburi și alte **substanțe** dăunătoare **și minimalizarea** descărcărilor accidentale ale **acestor substanțe de** la nave.

Convenția este organizată în cinci **anexe** după cum **urmează:**

• Anexa I **- Regulipentru** ***prevenirea*** *poluăriicu* ***hidrocarburi;***

- Anexa **- Reguli** ***pentru****controlul poluării cu substanțe lichide nocive* ***în*** *vrac*

• Anexa**I** • Reguli pentru***prevenirea poluării*** *cu* ***substanțe dăunatoare*** *transportate pe mare în ambalaje, sau* ***în*** *containere de* ***marfă,*** *tancuri* ***portabile,*** *vagoane rutiere ți* ***feroviare;***

- Anexa IV **- Reguli pentru***prevenirea poluării* ***cu*** *ape uzate* ***de la nave;***

• Anexa V **- Reguli pentru***prevenirea poluării cu gunoi de la nave.*

12.2.2.1 Convenția MARPOL 1973/1978 - Anexa I

Anexa I cuprinde reglementări care se aplică cel mai mult la bordul navelor și care se **referă** în **principal la** controlul poluării **operaționale,** minimalizarea poluării de la tancurile **petroliere** datorită **avariilor** la **bordaj** și fund și măsurile de urgență în **caz** de poluare cu **hidrocarburi.**

Obiectivul acestei anexe este de a **limita** cantitatea și conținutul *ta* hidrocarburi al **efluentului** deversat la valorile stabilite științific **pe** care mediul marin **le** poate absorbi și **asimila fără** afectarea ecosistemelor existente. Această limitare se realizează prin separarea și filtrarea amestecurilor de apa și hidrocarburi cu echipamente **specializate,** reținerea la **bord** a amestecurilor și reziduurilor **dăunatoare în** tancuri separate și predarea acestora la uscat prin instalații de preluare.

Reținerea la **bordul navei a** amestecurilor de **apă** și hidrocarburi și reziduurilor nu **scutește** navele de a fi dotate cu echipamente de separare și filtrare și sisteme de control și supraveghere ale **deversărilor.**

Datorită **dificultăților** întâmpinate în aplicarea reglementărilor acestei **anexe** au fost formulate **interpretări unificate** care dau **consistența** reglementărilor și aduc clarificările **necesare** înțelegerii **sensului lor.**

Anexa **introduce noțiunile** de **"navă nouă"** și **"navă existentă"** (regulile 1(6) și **1(7))** și noțiunile de "tanc **petrolier nou"** și **"tanc** petrolier **existent" (regulile** 1(26) și **1(27))** după care **se** stabilește **volumul** reglementărilor aplicabile. In acest fel, un tanc petrolier poate fi "nou" conform uneia **din definiri** și **poate** fi "existent" **conform celeilalte** definiri ceea ce determină alegerea reglementărilor **după** care **se analizează construcția** și dotarea navei.

Anexa **se** aplică la toate tipurile de **nave,** cu precizarea ca navele care nu sunt tancuri petroliere dar care au **spații** de marfă folosite pentru transportul hidrocarburilor cu capacitatea de cel **puțin** 200 metri cubi trebuie să se conformeze și **anumitor** reglementări aplicabile tancurilor petroliere (regula 2).

Reglementările se aplică tancurilor petroliere indiferent de tonajul brut și navelor altele **decât** tancuri petroliere de cel puțin 400 tonaj brut

Certificarea îndeplinirii reglementărilor aplicabile se face tancurilor petroliere de cel puţin 150 tonaj brut şi navelor altele decât tancuri petroliere de cel puţin 400 tonaj brut (regula 5).

In urma inspectării navei de către reprezentanţi ai administraţiei maritime sau organizaţiei recunoscută de aceasta confirmarea îndeplinirii reglementărilor aplicabile se materializează în eliberarea:

Certificat Internaţional de Prevenire a Poluării cu Hidrocarburi - Anexa L

Perioada de valabilitate a certificatului este de cel mult 5 ani, cu efectuarea inspecţiei de reînoire la expirarea perioadei de valabilitate şi cu efectuarea inspecţiilor periodice anuale de confirmare în fiecare an în intervalul de minus 3 luni şi plus 3 luni faţă de data aniversară (ziua şi luna corespunzătoare datei de valabilitate) şi efectuarea inspecţiei intermediare de confirmare la mijlocul perioadei de valabilitate în intervalul de minus 6 luni şi plus 6 luni faţă de data aniversară (regulile 4 şi 8). Inspecţia intermediară poate fi efectuată concomitent cu a doua sau a treia inspecţie anuală.

Certificatul este insotit de:

Supliment la Certificatul Internaţional de Prevenire a Poluării cu Hidrocarburi;

Forma A - Record de Construcţie şi Echipament pentru Navele altele decât Tancuri Petroliere;

Forma B - Record de Construcţie şi Echipament pentru Tancurile Petroliere;

Unele ape marine cu o redusă capacitate naturală de a absorbi hidrocarburi sau amestecuri de hidrocarburi au fost declarate "zone speciale" (regula 10). Din acestea fac parte Marea Mediterana inclusiv Marea Neagră, Marea Baltică, Marea Roşie, Golful Aden, Golful Oman, Golful Persic şi Antarctica.

In zonele speciale menţionate mai sus este interzisă orice descărcare în mare de hidrocarburi sau amestecuri de hidrocarburi de la orice tanc petrolier şi orice altă navă de cel puţin 400 tonaj brut alta decât un tanc petrolier. Totuşi, apa de santină din compartimentele de maşini poate fi deversată după ce a fost supusă unui proces de filtrare cu îndeplinirea urmatoarelor condiţii (regula 10):

- apa de santină nu provine din santinele camerei pompelor;
- apa de santină nu este amestecată cu reziduuri de hidrocarburi din marfă;
- nava se află în marş;
- conţinutul în hidrocarburi al lichidului fără a fi diluat nu depăşeşte 15 părţi pe milion (ppm);
- nava are în operare un echipament de filtrare care corespunde reglementărilor anexei;
- sistemul de filtrare este echipat cu un dispozitiv de oprire care va asigura că deversarea este în mod automat oprită când conţinutul în hidrocarburi al lichidului depăşeşte 15 ppm.

Pentru a permite navelor predarea şi tratarea reziduurilor de hidrocarburi şi amestecurilor de apă şi hidrocarburi, guvernele care au adoptat Anexa I au obligaţia de a dota porturile proprii cu instalaţii de colectare iar terminalele pentru încărcare hidrocarburi cu instalaţii de colectare şi tratare a balastului murdar şi apelor de spălare a tancurilor de marfă (regulile 10 şi 12 şi rezoluţia A.585(14)).

Deoarece tancurile petroliere prezintă cel mai mare risc al poluării cu hidrocarburi, cele mai multe reglementări se adresează acestui tip de navă. Reglementările fac distincţie între "tancul petrolier pentru ţiţei", "tancul pentru produse petrolifere" şi "tancul pentru ţiţei/produse petrolifere" în funcţie de tipul de marfă transportat dar şi de construcţia şi dotarea cu instalaţii şi echipament pentru prevenirea poluării. Astfel, un tanc petrolier nou de cel puţin 20000 tdw care satisface reglementările pentru tancuri de balast segregat, amplasare protentivă a tancurilor de balast segregat şi sistem pentru spălare cu ţiţei este desemnat ca "tanc pentru ţiţei/produse petrolifere", dar este desemnat numai ca "tanc pentru produse petrolifere" dacă nu este dotat cu sistem de spălare cu ţiţei .

Pentru limitarea efectului poluant al hidrocarburilor asupra mediul marin reglementările impun condiții stricte de deversare care trebuie respectate când navele se află în exploatare (regula 9).

Deversarea de hidrocarburi sau amestecuri de hidrocarburi provenind din zona de marfa a unui tanc petrolier este permisă dacă (regula 9 și rezoluția MEPC.51(32)):

- tancul nu se afla într-o zona specială;
- tancul se află la mai mult de 50 mile nautice de cel mai apropiat țărm;
- tancul se află în marș;
- rata instantanee de deversare nu depășește 30 litri/Mm;
- cantitatea totală de hidrocarburi deversate în mare nu depășește pentru tancurile existente 1/15000 din cantitatea totală de marfă transportată (fin care reziduurile fac parte, și pentru tancurile noi 1/30000 din cantitatea totală de marfă transportată din care reziduurile fac parte;
- tancul are în operare un sistem de control și supraveghere pentru deversarea hidrocarburilor și un aranjament de tancuri de slop după cum este cerut în regula 15 a anexei.

Deversarea de hidrocarburi sau amestecuri de hidrocarburi de la navă de cel puțin 400 tonaj brut alta decât un tanc petrolier și de la un tanc petrolier din santinele compartimentului de mașini este permisă dacă (regula 9 și rezoluția MEPC.51(32)):

- nava nu se află într-o zonă specială;
- nava se află în marș;
- conținutul de hidrocarburi al lichidului fără diluare nu depășește 15 ppm;
- nava are în funcționare un echipament de filtrare și o instalație de control și supraveghere pentru deversarea de hidrocarburi.

Tancurile petroliere pentru țiței de cel puțin 20000 tonaj brut și tancurile petroliere pentru produse petrolifere de cel puțin 30000 tonaj brut trebuie să fie dotate cu:

- tancuri de balast segregat (SBT) (regulile 13)
- instalație de spălare cu țiței pentru tancurile de marfă (COW) (regulile 13 și 13B)
- amplasare protectivă a tancurilor de balast segregat (PL) (regula 13E)

Tancurile petroliere de cel puțin 150 tonaj brut trebuie să fie dotate pentru zona de marfă cu(regula 15):

- tanc sau tancuri de slop (ST) și mijloace adecvate pentru curățarea tancurilor de marfă și transferul reziduurilor de balast murdar și ape de spălare din tancurile de marfă în tancurile de slop;
- instalație de control și supraveghere pentru descărcarea de hidrocarburi (ODMCS) de un tip aprobat de administrația maritimă (rezoluțiile A.393(X), A.496(XII),A.586(14) și MEPC.24(22))
- detectori de interfață hidrocarburi/apă (OWID) de un tip aprobat de administrația maritimă(rezoluția MEPC.5(XII)).

In plus, tancurile petroliere de orice tonaj trebuie să fie dotate cu (regula 18):

- manifold în ambele borduri pentru cuplare la instalațiile de colectare;
- tubulaturi pentru descărcarea în mare a apelor de balast sau apelor contaminate cu hidrocarburi din zona de marfă care este permisă cu îndeplinirea reglementărilor anexei care trebuie dirijate pe puntea superioară sau deasupra liniei de plutire corespunzătoare celei mai joase condiții de balastare.

Tancurile petroliere noi trebuie să fie prevăzute cu oprirea descărcării în mare a apelor de balast sau apelor contaminate cu hidrocarburi din zona de marfă de la un post de pe puntea superioară sau mai sus astfel amplasat încât manifoldul folosit și evacuarea peste bord să poată fi observate vizual (regula 18).

Navele de cel puțin 400 tonaj brut dar mai mici de 10000 tonaj brut trebuie să fie dotate cu (regula 16):

- echipament de filtrare pentru hidrocarburi (FE) de un tip aprobat de administrația maritimă;

- tanc pentru reziduuri de hidrocarburi (regula 17 și interpretarea 8).

Navele de cel puțin 10000 tonaj brut și navele de cel puțin 400 tonaj brut care transportă cantități mari de hidrocarburi trebuie dotate cu (regula 16 și rezoluțiile A.393(X) și MEPC 24(22)):

- echipament de filtrare pentru hidrocarburi(FE) de un tip aprobat de administrația maritimă;

- dispozitiv de alarmă pentru 15 ppm (A15ppm) de un tip aprobat de administrația maritimă;

- dispozitiv automat de stop (ASD) când conținutul de hidrocarburi depășește 15 ppm;

- tanc pentru reziduuri de hidrocarburi (regula 17 și interpretarea 8). Pentru fiecare echipament la care se cere ca acesta să fie aprobat de administrația maritimă a statului al cărui pavilion îl poartă nava, trebuie să existe la bordul navei un *Certificat pentru Aprobare de Tip* prin care se certifică îndeplinirea reglementărilor din anexa și rezoluții aplicabile.

Toate navele trebuie să fie dotate cu racord de descărcare standard pentru a permite cuplarea la tubulaturile instalațiilor de colectare (regula 19). Caracteristicile standard ale flanșelor pentru cuplările de descărcare sunt: diametrul exterior 215 mm, diametrul interior corespunzător diametrului exterior al tubulaturii, diametrul cercului șuruburilor 183 mm, 6 găuri echidistante cu diametrul de 22mm prevăzute cu fante, grosime 20 mm și 6 șuruburi cu piulițe pentru diametrul de 20 mm.

Fiecare tanc petrolier de cel puțin 150 tonaj brut și fiecare navă de cel puțin 400 tonaj brut alta decât un tanc petrolier trebuie să fie prevăzut cu un *Jurnal de înregistrare hidrocarburi - partea I* (pentru operațiuni în compartimentul de mașini) (regula 20). Fiecare tanc petrolier de cel puțin 150 tonaj brut trebuie prevăzut cu un *Jurnal de înregistrare hidrocarburi - partea II* (pentru operațiuni de marfă/balast) (regula 20). In jurnalul de înregistrare hidrocarburi trebuie înscrise toate operațiunile efectuate cu hidrocarburi sau ape contaminate cu hidrocarburi atât din compartimentul de mașini, cât și din zona de marfă. Fiecare completare a jurnalului trebuie semnată de către ofițerii responsabili cu operațiunea efectuată și fiecare pagină cu completări trebuie semnată de către comandantul navei.
Jurnalul se păstrează la bord pentru o perioada de trei ani de la ultima completare.

Fiecare tanc petrolier de cel puțin 150 tonaj brut și fiecare navă de cel puțin 400 tonaj brut alta decât un tanc petrolier trebuie să fie prevăzut cu un plan de urgență pentru poluare cu hidrocarburi la bord (SOPEP) care trebuie să fie aprobat de administrația matitimă (regula 26, rezoluțiile MEPC.47(19), MEPC.54(32) și A.648(16)). Acest plan trebuie să conțină cel puțin procedura pentru raportarea unui incident de poluare cu hidrocarburi și descrierea acțiunilor care trebuie luate imediat la bord pentru a reduce sau controla deversarea de hidrocarburi în urma incidentului.

Anexa mai conține reglementări aplicabile tancurilor petroliere existente care se referă la dotarea cu tancuri de blast segregat și instalație de spălare cu țiței (regulile 13 și 13A și interpretarea 4.5), modul de operare pentru tancurile angajate în voiaje specifice (regula 13C), modul de operare pentru tancurile care au dotări speciale pentru balast (regula 13D), instalațiile de pompare, tubulaturi și descărcare (regula 18) și măsuri pentru prevenirea poluării cu hidrocarburi în caz de coliziune sau eșuare (regula 13G). Aceste măsuri cer ca tancurile existente să se conformeze reglementărilor regulii 13F după împlinirea a 25 ani de la livrare și reglementărilor regulilor 13E și 13G după implinirea a 30 ani de la livrare.

Principalele rezoluții care conțin reglementări privind prevenirea poluării cu hidrocarburi sunt:

A.393(X) - Recomandări privind specificații internaționale de testare și funcționare pentru echipamentul de separare apa-hidrocarburi și aparate pentru măsurare conținut de hidrocarburi;

A.444(XI) - **Recomandari** pentru instalarea echipamentului de separare **apa-hidrocarburi** cerute de Convenţia Internaţională pentru Prevenirea **Poluării** de la Nave, 19 modificată prin protocolul din 1978 referitor la aceasta;
A.496(XII) -Directive şi specificaţii pentru instalaţii de control şi **supreveghere** ale deversărilor pentru tancurile petrolier,
A.586(14) - Directive si specificaţii revizuite pentru instalaţii de control si supraveghere ale deversărilor de la tancurile petroliere;
A.446(XI) - Specificaţii revizuite pentru **proiectarea,** operarea şi controlul instalaţiilor de spălare cu **ţiţei;**
A.497(XII) - Amendamente la specificaţiile revizuite pentru **proiectarea,** operarea şi controlul instalaţiilor de spălare cu ţiţei;
A.498(XII) - Dificultăţi **întimpinate** de către nave în efectuarea spălării cu ţiţei;
MEPC.5(XIII) - Specificaţii pentru detectoarele de interfaţă **apă/hidrocarburi**
MEPC. 13(19) - Directive pentru aprobarea planurilor şi inspecţiile de instalare pentru instalaţiilor de control şi supraveghere ale deversărilor de hidrocarburi de la tancurile petroliere şi testarea de mediu pentru părţile de control la care se referă acestea;
MEPC.24(22) - Amendamente la directivele şi specificaţiile revizuite pentru instalaţii de control şi supraveghere ale deversărilor de la tancurile petroliere adoptate de către *Organizaţie* prin rezoluţia **A.586(14)** şi la recomandările pentru specificaţiile internaţionale de funcţionare pentru echipament de separare **apă-hidrocarburi** şi aparate de măsurare a procentului de hidrocarburi adoptate de *Organizaţie* prin rezoluţia **A.393(X);**
MEPC.47(31) - Amendamente la Anexa Protocolului din 1978 referitor la Convenţia Internaţională pentru Prevenirea Poluării de la Nave, 1973 (Noua regula 26 şi alte amendamente la Anexa I a **MARPOL** 73/78);
MEPC.51(32) - Amendamente la Anexa Protocolului din 1978 referitor la Convenţia Internaţională pentru Prevenirea Poluării de la Nave, 1973 (Criterii de deversare ale Anexei I la MARPOL 73/78);
MEPC.52(32) - Amendamente la Anexa Protocolului din 1978 referitor la **Convenţa** Internaţională pentru Prevenirea Poluării de la nave, 1973 (Noile reguli 13F şi 13G şi amendamentele aferente la anexa I a MARPOL 73/78);
MEPC.54(32) - Directive pentru dezvoltarea planurilor de urgenţă pentru poluare cu hidrocarburi la bordul navei;
MEPC.60(33) - Directive şi specificaţii pentru echipamentul **deprevenire** a poluării pentru spaţiile de **santină** de la nave.

12.2.2 **2.Convenţia** MARPOL 1973/1978 - Anexa

Anexa II cuprinde reglementări se referă în principal la construcţia navelor specializate în transportul substanţelor lichide nocive în vrac, controlul poluării operaţionale şi minimalizarea poluării accidentale de la navele care transportă aceste substanţe.

Datorita dificultăţilor întimpinate în aplicarea **reglementărilor** acestei anexe au fost formulate interpretări unificate care dau consistenta reglementărilor şi aduc clarificările necesare înţelegerii sensului lor.

Unele ape marine cu o redusă capacitate naturală de a absorbi şi anihila substanţe lichide nocive au fost declarate "zone speciale" (regula 1). Din acestea fac parte Marea Baltică şi Marea Neagră.

Anexa se aplică tuturor navelor care transportă substanţe lichide în vrac(regula 2).

Anexa clasifică substantele lichide nocive în vrac în patru categorii, A, B, C şi D , în funcţie de riscul pe cate acestea îl prezintă pentru mediul marin, cele mai dăunătoare fiind cele din categoria A (regula 3).

Reglementările privind deversarea substanțelor lichide nocive țin seama de categoria din care fac parte și de zona în care acestea sunt transportate (regula 5). In general, deversarea în mare a oricărui lichid conținând substanțe lichide nocive este **interzisă,** cu excepția cazurilor când se efectuează în condiții **specifice** pentru fiecare categorie care includ parametri precum cantitatea maximă pe tanc, concentrația maximă în siajul navei, viteza navei, distanța minimă de la cel mai apropiat **țărm,** adâncimea minimă a fundului apei, sau necesitatea de a deversa sub linia de plutire indiferent de zona în care se află nava.

Navele trebuie să fie dotate cu instalații de pompare, de tubulaturi și de descărcare care să permită controlul deversărilor (regula 5A).

Pentru a permite navelor predarea oricărui **efluent** care conține substanțe lichide nocive guvernele care au adoptat Anexa au obligația de a dota porturile și terminalele proprii cu instalații de colectare (regula 7).

Operațiunile care urmează descărcării substanțelor lichide nocive din tancurile de **marfă,** cum ar fi **prespălare,** spălare, sau ventilare se efectuează conform unor proceduri aprobate și sub directa supraveghere a unui inspector de specialitate (regula 8). Orice operațiune cu **substanțe** lichide nocive trebuie înscrisă într-un *jurnal de înregistrări marfă* (regula 9). Fiecare completare a jurnalului trebuie **semnată** de către ofițerii responsabili cu operațiunea efectuată și fiecare pagină cu completări trebuie semnată de către comandantul navei. Jurnalul se păstrează la bord pentru o perioadă de trei ani de la ultima completare.

In urma inspectării navei de către reprezentanți ai administrației maritime sau organizației recunoscută de această confirmare a îndeplinirii reglementărilor aplicabile se materializează în eliberarea *Certificatului Internațional de Prevenire a Poluării pentru transportul substanțelor lichide nocive în vrac.*

Perioada de valabilitate a certificatului este de cel mult 5 ani, cu efectuarea inspecției de reînoire la expirarea perioadei de valabilitate și cu efectuarea inspecțiilor periodice anuale de confirmare in fiecare an în intervalul de minus 3 luni și plus 3 luni față de data aniversara (ziua și luna corespunzătoare datei de valabilitate) și efectuarea **inspecției intermediare de confirmare la mijlocul perioadei de valabilitate în intervalul de minus 6 luai și plus 6 luni față de data aniversară (regulile 10, 11 și 12). Inspecția intermediară poate fi efectuată** concomitent **cu a doua sau a freia inspecție anuală.**

Pentru minimalizarea poluării accidentale proiectarea, **construcția și** echiparea **tocurilor** pentru **produse** chimice **trebuie să** se facă la navele construite la **sau după 1 iulie** 1986 cu respectarea reglementarilor **din** ***Codul** Internațional pentru Produse Chimice în Vrac* (IBC Code) (regula 13). Tancurile pentru produse chimice construite înainte de 1 iulie **1986** trebuie *m* se conformeze **reglementarilor** Codului pentru Produse Chimice **în** Vrac (BCH Code) (rezoluția MEPC.20(22)).

Un tancpetrolier poate fraαspoita substanțe lichide nocive m vrac din categoriile *C* sau *D* sau identificate ca similare cu **hidrocarburile dacă** se conformează reglementărilor aplicabile din Anexa I și celor specifice din Anexa II (regula 14).

Principalele rezofo-ții care conțin rglementări referitoare b prevenirea poluarii cu substanțe lichide nocive în vrac sunt:

MEPC.18(22) - Adoptarea de standarde pentru procedurile si instalațiile die deversare a substanțelor lichide nocive

MEPC.2?(2?) - Procedura pentru controlul navelor si deversarilor conform Anexei II k Convenția Internațională pentru Prevenirea Poluării de la Nave, 1973, modificată prin Protocolul din 1978 referitor la aceasta (MARPOL 73/78);

[illegible]

[illegible]

Organizație prin **rezoluția A.586(14)** și la recomandările pentru **specificațiile** internaționale de funcționare pentru echipament de **separare apă-hidrocarburi** și aparate de măsurare a procentului de hidrocarburi adoptate de *Organizație* prin rezoluția **A.393(X).**

12.2.2.3 Convenția MARPOL 1973/1978 - Anexa DI

Anexa **I** **conține** reglementări care se referă la prevenirea poluării cu **substanțe** dăunătoare transportate pe mare **într-o formă** de ambalare.

Anexa se aplică substanțelor dăunătoare așa cum sunt ele definite în Codul Internațional al mărfurilor periculoase (**IMDG** Code) într-o formă de ambalare care este precizată în același cod (regula 1).

Transportul substanțelor dăunătoare care nu se conformează reglementărilor anexei este **interzis.Transportul** este permis **folosind** o formă corespunzătoare de **ambalare** pentru a minimaliza riscul afectării mediului marin (regula 2). Ambalajele trebuie să fie clar și corect marcate și etichetate cu denumirea tehnică și numărul de referință al Națiunilor Unite (regula 3). Documentele de însoțire a mărfurilor trebuie să dea detalii despre **acestea,** să precizeze că reprezintă un poluant marin și să certifice că sunt îndeplinite reglementările acestei anexe (regula 4).

Substanțele dăunătoare trebuie stivuite și amarate pentru a minimaliza riscul afectării mediului marin fără a dauna siguranței navei și personalului de la bord (regula *5).*

Anumite substanțe dăunătoare pot fi interzise transportului pe mare sau se poate limita cantitatea transportată în funcție de **dimensiunile,** construcția și echipamentul navei sau forma de ambalare și natura substanțelor (regula 6).

Inspectarea conformării la reglementările acestei anexe nu se materializează în eliberarea unui anumit certificat internațional la bordul navei care să se supună unei proceduri de inspectare **periodică.**

Principalele rezoluții care conțin **rglementări** referitoare la prevenirea poluării cu substanțe dăunătoare transportată **într-o** formă ambalată sunt:

MEPC.35(27) - Implementarea Anexei ffl din MARPOL 73/78

MEPC.58(33) - Adoptarea amendamentelor la Anexa Protocolului din 1978 referitor la *Convenția Internațională pentru Prevenirea Poluării de la **Nave**,* 1973 (Anexa **I** revizuită din MARPOL 73/78).

12.2.2.4 Convenția MARPOL 1973/1978 - Anexa IV

Anexa IV cuprinde reglementări care se referă la minimalizarea poluării cu ape uzate de la nave. Prin ape uzate se înțeleg scurgerile și alte deșeuri de la orice tip de **toaletă, pișoare** și drenaje de **WC-uri,** scurgerile de la spațiile sanitare (dispensare, **infirmerii,** etc.) prin căzi, **lavoare** și drenaje din aceste spații, scurgeri de la spațiile conținând animale vii și alte resturi de ape când sunt amestecate cu scurgeri definite mai sus (regula 1).

Anexa se aplică în principal navelor cu mai mult de 200 tonaj brut și care transportă mai mult de 10 persoane. Aplicarea depinde de încadrarea navei în categoria "navă nouă" sau "navă existentă" (regulile 1 si 2).

Deversarea apelor uzate este interzisă dacă nu sunt îndeplinite condițiile impuse de reglementările aceste anexe (regula 8).

Apele uzate pot fi deversate dacă au fost prelucrate într-un echipament de tratare aprobat de administrația maritimă cu condiția ca **efluentul** să nu lase solide plutitoare vizibile sau să cauzeze **decolorarea** apelor înconjurătoare (regula 8).

Apele uzate care sunt **mărunțite** și dezinfectate folosind o instalație aprobată de administrația maritimă pot fi deversate la o distanță mai mare de 4 mile marine de la cel mai apropiat **țărm(regula** 8).

Apele **uzate** care nu sunt **mărunțite** și dezinfectate folosind o instalație aprobata de administrația maritimă pot fi deversate la o **distanță** mai mare de 12 mile marine (regula 8).

Apele uzate care au fost depozitate în tancuri de colectare nu vor fi deversate instantaneu ci vor fi deversate cu un debit moderat când nava se află in marș și se deplasează cu viteza de cel puțin 4 noduri. Debitul de deversare trebuie aprobat de administrația maritimă (regula 8).

Pentru a permite navelor predarea apelor uzate guvernele care au adoptat Anexa IV au obligația de a dota porturile și terminalele proprii cu instalații de colectare (regula 10).

Toate navele trebuie să fie dotate cu o instalație de tubulaturi care să conțină o ramificație spre exterior pentru descărcarea apelor uzate la instalațiile de colectare. Aceasta ramificație trebuie dotată cu racord de descărcare standard pentru a permite cuplarea la tubulaturile instalațiilor de colectare (regulile 3 și 11). Caracteristicile standard ale flanșelor pentru cuplările de descărcare sunt: diametrul **exterior** 210 mm, diametrul interior corespunzător diametrului exterior al tubulaturii, diametrul cercului șuruburilor 170 mm, 4 găuri echidistante cu diametrul 18 mm prevăzute cu fante, grosime 16 mm și 4 șuruburi cu **piulițe** pentru diametrul de 16 mm.

Daca nava este dotată cu tanc de colectare, capacitate acestuia trebuie să fie **suficientă** pentru a colecta toate apele uzate ținând seama de **operarea** navei, numărul de persoane **la** bord și alți factori importanți stabiliți de către administrația maritimă. Tancul de colectare trebuie să fie dotat cu dispozitiv de indicare vizuală a cantității **conținutului** sau (regula 3).

In urma inspectării navei de către reprezentanți ai administrației maritime sau organizației recunoscută de aceasta confirmarea îndeplinirii reglementărilor aplicabile se materializează în eliberarea de *CertificatInternational de Prevenire a Poluării cu ape uzate.*

Perioada de valabilitate a certificatului este de cel mult 5 ani, cu efectuarea inspecției de **reînoire** la expirarea perioadei de valabilitate.

Pentru fiecare echipament la care se cere ca acesta să fie aprobat de administrația maritimă a statului al cărui pavilion îl poartă nava trebuie să existe la bordul navei un *Certificat pentru Aprobare de Tip* prin care se certifică îndeplinirea **reglementărilor** din anexa și rezoluții aplicabile.

Principala **rezoluție** care conține **rglementări referitoare** la **prevenirea poluării** cu ape uzate este:

MEPC.2(VI) - Recomandări **pentru** standarde internaționale privind **efluentul** și directive pentru testarea performanțelor **instalțiilor** de tratare a apelor uzate.

12.2.2.5 Convenția MARPOL 1973/1978 - Anexa V

Anexa V cuprinde reglementări care se referă la minimalizarea poluării cu gunoi de la nave. Prin gunoi se înțelege orice formă de resturi alimentare, menajere și din exploatarea navei, excluzând peștele proaspăt sau părți din el, generate în timpul operării normale a navei și care pot fi evacuate în mod continuu sau periodic, cu excepția acelor substanțe care sunt definite sau listate în alte anexe ale convenției (regula 1).
Anexa se aplică tuturor navelor (regula 2).

Ape marine cu o redusă capacitate naturală de a absorbi și anihila gunoaie au fost declarate "zone speciale" (regulile 1 și 5). Din acestea fac parte Marea Mediterană, Marca Baltică, Marea Neagră, Marea Roșie, Golful Persic și Golful Aden, Marea Nordului, Antarctică și Marea Caraibilor.

Evacuarea gunoiului sub formă de obiecte si materiale plastice este interzisă indiferent în ce zonă se află nava (regulile 3 si 5).

Evacuarea materialelor de fardaj, căptușeli sau ambalaje care vor pluti trebuie să se facă în afara zonelor speciale la o distantă mai mare de 25 mile marine. Evacuarea resturilor alimentare și altor gunoaie cum ar fi hârtie, cârpe, sticlă, metal sau vase trebuie să se facă în

afara zonelor speciale la o distanță mai mare de 12 mile marine, sau dacă sunt **maruntite** la o distanță mai mare de 3 mile marine (regula 30).

Evacuarea produselor din hârtie, cârpe, **sticlă**, metale, sticle, vase, **fardaj**, căptușeli și ambalaje este interzisă în zonele **speciale(regula 5).Evacuarea** resturilor alimentare este permisă în zonele speciale la o distanță mai mare de 12 mile marine de la cel mai apropiat țărm. Evacuarea resturilor alimentare în Marea Caraibilor este permisă numai după **maruntire** la o distanță mai mare de 3 mile marine de la cel mai apropiat țărm.

Guvernele care au adoptat această anexă au obligația de a prevedea în porturile lor instalații de colectare a gunoiului și să asigure preluarea acestuia de la nave (regulile 5 si 7).

Inspectarea conformării la reglementările acestei anexe nu se materializează în eliberarea unui anumit certificat internațional la bordul navei care să se supună unei proceduri de inspectare periodică.

Principala rezoluție care conține **rglementări** referitoare la prevenirea **poluării** cu gunoi este:

MEPC.59(33) - Directive revizuite pentru implementarea Anexei V la **MARPOL** 73/78.

12.2.3. Reglementări ale Convenției Internaționale pentru liniile de încărcare, 1966 (LOAD LINES 1966) cu amendamentele la aceasta

Convenția LOAD LINES 1966 cu amendamentele la aceasta conține reglementări pentru asigurarea bordului liber **minim** la navele care sunt angajate în **voiaje** internaționale.

Obiectivele principale ale convenției sunt de a se prevedea navei o rezervă **sufucientă** de flotabilitate care să fie păstrată chiar și în condiții de vreme nefavorabile și de a se asigura o protecție eficientă a echipajului la bordul navei.

Convenția se aplică tuturor navelor cu excepția navelor militare, navelor noi cu lungimea mai mică de 24 metri, navelor existente cu mai puțin de 150 tonaj brut, iahturilor care sunt angajate în transport maritim și navelor de pescuit.

Convenția definește "nava nouă" acea navă a cărei chilă a fost pusă sau se află într-un stadiu similar de construcție la sau după data intrării în vigoare a convenției cu amendamentele la **aceasta**, iar "nava existentă" acea navă care nu este "nava nouă.

Navele sunt clasificate în principal în nave tip "A" cele care transportă mărfuri lichide în vrac și nave tip "B" cele care nu pot fi încadrate ca nave tip "A".

Reglementările convenției sunt organizate în trei anexe:

- Anexa I - Reglementări pentru Determinarea Liniilor de încărcare;
- Anexa - Zone, Regiuni, și Perioade sezoniere;
- **Anexa I - Certificate.**

Pentru realizarea obiectivelor convenției în anexa I sunt formulate reglementări pentru rezistența navei, compartimentare, etanșeitate la apă și intemperii și protecția echipajului.

In urma inspectării navei de către reprezentanți ai administrației maritime sau organizației recunoscută de această **confirmare** a îndeplinirii reglementărilor aplicabile se materializează în marcarea liniilor de încărcare și eliberarea unui *Certificat International de Bord liber* (1966).

Perioada de valabilitate a certificatului este de cel mult 5 ani, cu efectuarea inspecției de **reînoire** la expirarea perioadei de valabilitate și cu efectuarea inspecțiilor periodice anuale de confirmare în fiecare an **ăn** intervalul de minus 3 luni și plus 3 luni față de data aniversară (ziua și luna corespunzătoare datei de valabilitate).

Principalele reglementări referitoare la partea de mașini a navei sunt conținute în regulile 12,17, 19, 20, 22, 23 25 și 26. Aceste reglementări se referă la amplasarea și construcția deschiderilor în spațiile de mașini, ventilațiilor, aerisirilor, scurgerilor, aspirațiilor și evacuărilor cu mijloacele lor de închidere.

12.2.4. Reglementari ale Convenției Internaționale pentru Măsurarea Tonajului la Nave, 1969 (TONNAGE 1969)

Convenția TONNAGE 1969 cuprinde reglementări privind determinarea tonajului navelor care sunt angajate în voiaje internaționale.

Obiectivul convenției este de a stabili un sistem universal de măsurare a tonajului pentru o implementare uniformă a reglementărilor altor instrumente internaționale. Noțiunea de tonaj este unul din parametrii după care se stabilește volumul reglementărilor aplicabile din majoritatea instrumentelor internaționale.

In general, tonajul brut este folosit pentru a exprima volumul total al spațiilor navei, iar tonajul net este folosit pentru a exprima volumul spațiilor folosite pentru marfă. Conform reglementărilor acestei convenții tonajul brut și tonajul net sunt două mărimi adimensionale.

12.2.5. Reglementări ale Convenției Internaționale pentru Standarde de Pregătire,Certificare și Serviciu de Cart pentru Navigatori, 1978 (STCW 1978)

Convenția STCW 1978 conține reglementări minime privind pregătirea și certificarea personalului navigant.

Obiectivele convenției sunt promovarea standardelor minime internaționale pentru competența navigatorilor, armonizarea internațională a standardelor de pregătire și examinare a navigatorilor, acceptarea internațională a certificatelor eliberate conform convenției și completarea sigură și eficientă cu echipaj a navelor la nivel internațional.

Reglementările generale pentru certificare se referă la vârsta minimă, capacitatea medicală, serviciul pe mare aprobat și promovarea examinărilor.

Convenția este organizată pe capitole:

- Capitolul I - Reglementări generale;
- Capitolul - Comandant - departament punte;
- Capitolul III - Departament mașini;
- Capitolul IV - Departament radio;
- Capitolul V - Reglementări speciale pentru tancuri:
- Capitolul VI - Competența pentru ambarcațiuni de salvare.

Capitolul I cuprinde reglementări referitoare la cartul pentru mașini, cerințele minime pentru certificarea ofițerilor mecanici, continuitatea competenței și împrospătarea cunoștințelor ofițerilor mecanici și cerinîele minime pentru personalul necalificat care face cart în compartimentul de mașini.

Șeful mecanic în urma consultării cu comandantul navei trebuie să se asigure că măsurile luate pentru cart sunt adecvate pentru desfășurarea lui în siguranță. Sub coordonarea sșfului mecanic ofițerii mecanici care sunt în cart trebuie să fie responsabili pentru inspecția, funcționarea și testarea, tuturor mașinilor și echipamentelor care cad în responsabilitatea lor. Ofițerul mecanic care este în cart este reprezentantul șefului mecanic și responsabilitatea sa primară, în orice moment, trebuie să fie funcționarea sigură și eficientă și întreținerea mașinilor care afectează siguranța navei. Componenta cartului trebuie să corespundă voiajului efectuat, iar desfășurarea acestuia trebuie să se facă în siguranță pentru navă și cu protejarea mediului marin(regula III/1).

Fiecare șef mecanic și șef mecanic secund pe o nava propulsată cu instalație principală de propulsie de 750 kW sau mai mult trebuie să dețină un certificat corespunzator unui nivel minim de cunoștințe, unei stări medicale atestate, unei perioade minime de serviciu pe mare, unei pregătiri și experiențe practice recunoscute și promovării unei examinări de specialitate. Pentru șef mecanic secund perioada minimă de serviciu pe mare este de cel puțin 12 luni ca ofițer mecanic sau ofițer mecanic asistent. Pentru șef mecanic perioada minimă de serviciu pe mare ca ofițer mecanic este de cel puțin 36 de luni în cazul instalației de propulsie de cel

puţin 3000 kW şi de cel puţin 24 de luni în cazul instalaţiei de propulsie între 750 şi 3000 kW, din care cel puţin 12 luni ca ofiţer mecanic într-o funcţie de responsabilitate în timp ce era calificat ca şef mecanic secund (regulile III/2 si III/3).

Fiecare ofiţer mecanic care face cart într-un compartiment de maşini cu echipaj tradiţional sau inginerul de serviciu desemnat în compartimentul de maşini periodic nesupravegheat pe o navă propulsată cu instalaţie de propulsie de 750 kW sau mai mult trebuie să deţină un certificat corespunzător unei vârste de cel puţin 18 ani, unei stări medicale atestate, unei pregătiri minime de cel puţin 3 ani ca mecanic naval, unei perioade adecvate de serviciu pe mare care poate fi inclusă în cei 3 ani, unei recunoaşteri a cunoştinţelor practice şi teoretice în funcţionarea şi întreţinerea maşinilor navale conform cu atribuţiile de ofiţer mecanic (regula III/4).

Orice ofiţer mecanic care deţine un certificat şi care lucrează pe mare sau doreşte să se întoarcă pe mare după o perioadă la uscat, pentru a continua să fie calificat pentru serviciu pe mare în funcţia corespunzătoare certificatului sau, trebuie la intervale regulate care să nu depăşească 5 ani, în principal, să i se confirme starea medicală, competenţa profesională printr-un serviciu aprobat ca ofiţer mecanic de cel puţin un an în timpul ultimilor 5 ani, promovarea unui test aprobat sau promovarea unui curs sau cursuri aprobate (regula III/5). Ofiţerii care au atribuţii specifice şi responsabilităţi legate de marfa şi echipamente de marfă pe tancurile petroliere şi care nu au lucrat la bordul unui tanc petrolier ca parte din echipajul regulat, înainte de a avea atribuţii trebuie să urmeze un curs potrivit de combatere incendiu la uscat şi să parcurgă o perioadă potrivită de serviciu supravegheat la bord pentru a primi cunoştinţele adecvate în procedurile operaţionale de siguranţă, sau să urmeze un curs aprobat de familiarizare cu tancurile petroliere (regula V/1). Reglementări similare se aplică şi la bordul tancurilor pentru produse chimice (regula V/2), sau la bordul tancurilor pentru gaze lichefiate (regula V/3).

Convenţia mai conţine:

- Rezoluţia 2 - Directiva operaţională pentru ofiţeri mecanici răspunzători de cart maşini, care conţine reglementări privind cartul în timpul voiajului şi cu nava la ancoraj nesigur;
- Rezoluţia 4 - Principii şi ghid operaţional pentru ofiţerii mecanici raspunzători de cart maşini în port;
- Rezoluţia 10 - Calificarea şi pregătirea ofiţerilor şi personalului nebrevetat pe tancurile petroliere;
- Rezoluţia 11 - Calificarea şi pregătirea ofiţerilor şi personalului nebrevetat pe tancurile pentru produse chimice;
- Rezoluţia 12 - Calificarea si pregătirea ofiţerilor şi personalului nebrevetat pe tancurile pentru gaze lichefiate
- Rezoluţia 13 - Calificarea şi pregătirea ofiţerilor şi personalului nebrevetat pe navele care transportă mărfuri periculoase sau dăunătoare altele decât în vrac.

12. 2.6. Reglementări ale Codului Internaţional pentru Managementul Siguranţei (ISM Code)

Codul Internaţional pentru Managementul Siguranţei (ISM Code) înseamnă Codul Internaţional de Management pentru Operarea în Siguranţă şi Prevenirea Poluării aşa cum a fost adoptat prin rezoluţia A.741(18). In Comitetul Securităţii Maritime (MSC) şi la conferinţa SOLAS din 05.1994 s-a stabilit aplicarea acestui cod prin capitolul 9 al Convenţiei SOLAS 1974/1978 cu amendamentele la aceasta începând cu 1 iulie 1998.

Obiectivele Codului ISM sunt de a asigura siguranţa pe mare, prevenirea accidentării şi pierderii de vieţi omeneşti şi evitarea distrugerii mediului, în particular, mediului marin.

Managementul siguranţei la nivel de companie trebuie să prevadă practici sigure în operarea navei şi un mediu de lucru sigur, să stabilească protecţia împotriva riscurilor

identificabile și să îmbunătățească abilitatea personalului de la uscat și de la navă , inclusiv pregătirea în cazuri de urgență legate de siguranța și protecția mediului.

Managementul siguranței trebuie să asigure îndeplinirea cerințelor din reglementările obligatorii și aplicarea codurilor, directivelor și standardelor recomandate de IMO, administrații maritime, societăți de clasificare și organizații industriale maritime interesate în siguranța pe mare și prevenirea poluării.

Reglementările Codului ISM se vor aplica la:

- navele de pasageri și navele de mare viteză pentru pasageri indiferent de tonajul brut, începând cu 1 iulie 1998
- tancurile pentru hidrocarburi și mărfuri chimice, navele pentru gaze lichefiate, vrachierele și navele de mare viteză de cel puțin 500 tonaj brut, începând cu 1 iulie 1998
- toate celelalte nave de mărfuri de cel puțin 500 tonaj brut, începând cu 1 iulie 2002.

Fiecare companie de navigație trebuie să elaboreze, să implementeze și să mențină un Sistem de Management al Siguranței (SMS) care să se conformeze reglementărilor Codului ISM. Prin companie se înțelege armatorul navei sau orice organizație sau persoană, precum managerul sau navlositorul, care și-a asumat responsabilitatea operării navei de la armator și în baza acestei responsabilități a acceptat să preia toate atribuțiile și responsabilitatea impuse de Codul ISM.

Sistemul de management al siguranței trebuie să cuprindă:

- o politică referitoare la siguranța și prevenirea poluării;
- instrucțiuni și proceduri care să asigure operarea navei în siguranță și protejarea mediului în conformitate cu reglementările internaționale și naționale;
- definirea nivelurilor de autoritate și liniile de comunicare între personalul de la uscat și cel de pe navă;
- proceduri de raportare a accidentelor și neconformităților referitoare la Codul ISM;
- proceduri de pregătire și răspuns la situații de urgență;
- proceduri pentru auditări interne și verificări ale managementului.

Principalele îndatoriri de bază și responsabilități pentru departamentul de mașini în implementarea reglementărilor Codului ISM sunt:

- familiarizarea cu și conformarea la politica și procedurile companiei;
- stabilirea structurii personalului din departamentul de mașini pentru a acoperi volumul zilnic de lucru;
- derularea activităților pentru operare, întreținere și reparare în conformitate cu planificarea stabilită;
- participarea la exercițiile asociate cu situațiile de urgentă în conformitate cu procedurile elaborate;
- completarea jurnalelor de bord conform reglementărilor.

Personalul pentru departamentul mașini trebuie să fie apt să participe în acțiuni de urgență cum ar fi urgenta medicală, om peste bord, evacuarea personalului și salvarea pe mare.

Procedurile pentru departamentul mașini trebuie să acopere activități diverse pentru pregătirea pentru voiaj, desfășurarea voiajului, navigație pe vreme rea, pregătirea pentru și ancorarea navei, tranzitarea zonelor înguste și incintelor portuare, pregătirea pentru și acostarea navei, staționarea navei în port, întreținerea și repararea mașinilor și instalațiilor de mașini, siguranța personalului care lucrează, prevenirea poluării, prevenirea și combaterea incendiului, acțiunile în caz de explozie, exercițiile în caz de urgență la bord (abandon, incendiu, poluare, salvare, etc.), pirateria pe mare, coliziune, punere pe uscat, avarie mașini și instalații de mașini, avarie instalații electrice, remorcare, ambarcarea și transferul combustibilului, și alte situații specifice.

Activitatea principală în verificarea îndeplinirii reglementărilor CoduluiISM este auditarea

care poate lua forma **auditării interne** prin care în cadrul companiei *și* la nivel de navă se evaluează periodic conformarea sistemului de management al **siguranței** la reglementările Codului **ISM** și forma auditării externe când se prezintă sistemul de management al siguranței pentru certificarea conformării la reglementările Codului ISM.
Procedura de **certificare** a îndeplinirii reglementărilor Codului ISM cuprinde efectuarea de **auditări** în cadrul companiei și la bordul fiecărei nave la care se aplică reglementările. **Auditările** sunt efectuate de către reprezentanți ai administrației maritime a statului al cărui pavilion îl poartă nava sau ai organizațiilor autorizate de către administrația maritimă.

Pentru îndeplinirea reglementărilor de către companie se **eliberează** companiei un Document de Conformare iar pentru îndeplinirea reglementărilor **la** nivel de navă se eliberează navei un Certificat de **Management** al Siguranței.

Dupa eliberarea documentelor **de** mai sus:

- orice companie trebuie să fie supusă unei auditări de **reînoire** la fiecare S ani și unei auditări în fiecare an în intervalul de minus 3 luni și plus 3 luni față de data aniversară;
- fiecare navă trebuie să fie supusă unei auditări de reînoire la fiecare 5 ani și unei auditări la 2,5 ani în intervalul de minus 6 luni și plus 6 luni față de **data aniversară.**

O copie a Documentul de conformare și originalul **Certificatul** de management al **siguranței** se păstrează la bordul navei.

12. 2.7. Reglementari ale Codului International pentru Mărfuri Periculoase (IMDG Code)

Codul internațional pentru mărfuri periculoase cuprinde cerințe care reglementează transportul mărfurilor periculoase în forma ambalată sau în forma solidă în vrac pe nave.

Codul stabilește **principii** de bază și reglementări detaliate pentru substanțe individuale periculoase și recomandări de bună practică **în** manipularea acestor substanțe.

Mărfurile periculoase sunt clasificate în funcție de gradul lor de periculozitate. Pentru fiecare substanță sunt stabilite reglementări pentru ambalare, marcare, etichetare, stivuire, separare și **documentație** de însoțire.

Codul cuprinde un index general al substanțelor periculoase cu detalii referitoare la **codificarea** și clasificarea lor, grupa de ambalare, marcarea **suplimentara,** codificarea pentru proceduri de urgență și codificarea pentru măsuri de prim ajutor.

Reglementările codului nu se aplică proviziilor și echipamentului navei.

Inspectarea conformării la reglementările acestui cod nu se materializează în **eliberarea** unui anumit certificat internațional la bordul navei care să se supună unei proceduri de inspectare periodică.

12.2.8.Reglementări ale Codului Internațional pentru Construcția și Echipamentul Navelor care Transportă Mărfuri Chimice Periculoase în Vrac (IBC Code) și Codului pentru Construcția și Echipamentul Navelor care Transportă Mărfuri Chimice Periculoase în Vrac (BCH Code)

Transportul mărfurilor chimice periculoase în vrac este reglementat de prevederile stabilite în două coduri, BBC Code și BCH Code.

Reglementările IBC Code se aplică navelor care transportă mărfuri chimice periculoase în vrac construite la și după 1 iulie 1986. Reglementările BCH Code se aplică navelor care transportă mărfuri chimice periculoase în vrac construite înainte de 1 iulie 1986.

Obiectivul codurilor este de a stabili standarde internaționale pentru transportul în siguranța pe mare al mărfurilor **periculoase** si dăunătoare și a minimaliza riscul pentru navă și echipaj și pentru mediul marin având în vedere natura acestor mărfuri.

Principiul de bază este cel de a împărți navele pe tipuri în funcție de gradul de periculozitate prezentat de mărfurile transportate. Fiecare produs poate avea mai multe proprietăți de periculozitate care pot include flamabilitate, toxicitate, corozivitate și reactivitate, împreună cu riscul pe care îl pot prezenta pentru mediul înconjurător în caz de împrăștiere accidentală.

Reglementările se referă în principal la construcția și echipamentul navelor care să le permită transportul sigur al mărfurilor. In plus, există reglementări referitoare la proceduri de operare, control al traficului, manipulare în port să pregătirea personalului navigant.

IBC Code conține în capitolul 3 reglementări care se referă la compartimentele de mașini, posturile de control și spațiile de serviciu (regula 3.2), camera pompelor (regula 3.3), instalațiile de santină și balast (regula 3.5), sau identificarea pompelor și tubulaturilor (regula 3.6). Capitolul 10 are reglementări pentru instalațiile electrice, capitolul 11 are reglementări pentru protecția contra incendiului și stingere incendiu, capitolul 12 are reglementări pentru ventilația mecanică în zona de marfă, iar capitolul 14 are reglementări privind protecția personalului.

In urma inspectării navei conform reglementărilor IBC Code de către reprezentanți ai administrației maritime sau organizației recunoscută de această confirmare a îndeplinirii reglementărilor aplicabile se materializează în eliberarea unui:

Certificat Internațional de Conformitate pentruTransportul Mărfurilor Chimice Periculoase în Vrac.

Perioada de valabilitate a certificatului este de cel mult 5 ani, cu efectuarea inspecției de reînoire la expirarea perioadei de valabilitate, cu efectuarea inspecțiilor periodice anuale de confirmare în fiecare an în intervalul de minus 3 luni și plus 3 luni față de data aniversară (ziua și luna corespunzătoare datei de valabilitate) și cu efectuarea inspecției periodice intermediare de confirmare la mijlocul perioadei de valabilitate în intervalul de minus 6 luni și plus 6 luni față de acest termen.

12.2.9. Reglementari ale Codului International pentru Construcția si Echipamentul Navelor care Transporta Gaze Lichefiate in Vrac (IGC Code)

Obiectivul IGC Code este de a stabili standarde internaționale pentru transportul în siguranța pe mare al gazelor lichefiate și a minimaliza riscul pentru navă și echipaj și pentru mediul marin având în vedere natura acestor mărfuri.

Principiul de bază este cel de a împărți navele pe tipuri în funcție de gradul de periculozitate prezentat de mărfurile transportate. Fiecare produs poate avea mai multe proprietăți de periculozitate care pot include flamabilitate, toxicitate, corozivitate și reactivitate, împreună cu riscul pe care îl pot prezenta datorită transportului în stare lichefiată sau sub presiune al gazelor..

Reglementările se referă în principal la construcția și echipamentul navelor care să le permită transportul sigur al mărfurilor. In plus, există reglementări referitoare la proceduri de operare, control al traficului, manipulare în port și pregătirea personalului navigant.

Codul conține în capitolul III reglementări care se referă la posturile de control și spațiile de serviciu (regula 3.2), camera pompelor și camera compresoarelor de marfă(regula 3.3), camera de control încărcare (regula 3.4), instalațiile de santină și balast (regula 3.7). Capitolul X are reglementări pentru instalațiile electrice, capitolul XI are reglementări pentru protecția contra incendiului și stingere incendiu, capitolul X are reglementări pentru ventilația mecanică în zona de marfă, iar capitolul XIV are reglementări privind protecția personalului.

In urma inspectării navei conform reglementărilor IGC Code de către reprezentanți ai administrației maritime sau organizației recunoscută de aceasta confirmarea îndeplinirii reglementărilor aplicabile se materializează în eliberarea unui:

Certificat Internațional de Conformitate pentruTransportul Gazelor Lichefiate.

Perioada de valabilitate a certificatului este de cel mult 5 ani, cu efectuarea inspecției de reînoire la expirarea perioadei de valabilitate, cu efectuarea inspecțiilor periodice anuale de confirmare în fiecare an în intervalul de minus 3 luni și plus 3 luni fată de data aniversară (ziua și luna corespunzătoare datei de valabilitate) și cu efectuarea inspecției periodice intermediare de confirmare la mijlocul perioadei de valabilitate în intervalul de minus 6 luni și plus 6 luni față de acest termen.

12. 2.10. Codul pentru Folosirea Sigură a Mărfurilor Solide în Vrac (BC Code)

Codul pentru folosirea sigură a mărfurilor solide în vrac cuprinde reglementări pentru depozitarea și manipularea sigură a mărfurilor solide în vrac.

Obiectivul codului este de a stabili standarde internaționale pentru transportul în siguranța pe mare al mărfurilor solide în vrac și a minimaliza riscul pentru navă și echipaj si pentru mediul marin având în vedere natura acestor mărfuri.

Codul conține liste ale mărfurilor tipice transportate în mod curent în vrac cu detalii referitoare la gradul de periculozitate asociat acestora, condiții de depozitare și separare, încărcare și descărcare, recomandări pentru siguranța personalului și proceduri de urgență în caz de necesitate.

Apendixul *F* conîine recomandări pentru intrare în spațiile de marfă, tancuri, camera pompelor, tancurile de combustibil, coferdamuri, tunele, tancuri de balast și alte compartimente similare care au aplicabilitate generală la nave, nu numai la cele care transportă mărfuri solide în vrac.

Inspectarea conformării la reglementările acestui cod nu se materializează în eliberarea unui anumit certificat internațional la bordul navei care să se supună unei proceduri de inspectare periodică.

12.2.11. Reglementări referitoare la Port State Control (PSC)

Instrumentele internaționale elaborate de către Organizația Maritimă Internațională (IMO) conțin reglementări care se referă la controlul *și* inspectarea navei care se află într-un port altul decât cele ale statului al cărui pavilion îl poartă nava.

Prin Port State se înțelege statul unde apele unui port sunt folosite de o navă cu pavilion străin și care poate avea autoritate juridică asupra activității navei pe durata staționării acesteia.

Conceptul de Port State Control (PSC) coristă în principal din efectuarea de controale la nava cu pavilion străin care se află în port cu scopul de a verifica dacă nava este prevăzută cu certificate valabile, eliberate în baza reglementărilor aplicabile ale instrumentelor internaționale în vigoare.

Când certificatele sunt deficiente, de regulă și-au pierdut valabilitatea, sau există motive clare că starea navei nu corespunde certificatelor pe care le posedă sau nu corespunde reglementărilor convențiilor internaționale în vigoare, controlul poate înainta dincolo de stadiul verificării documentelor în cel al inspectării, uneori foarte riguroase.

Controlul exercitat în porturile în care nava face escală reflectă un aspect al drepturilor fiecărui stal suveran asupra teritoriului sau Port state control trebuie să fie considerat complementar măsurilor luate de administrația maritimă a statului al cărui pavilion îl poartă nava și este în principal destinat să asiste statul de pavilion în asigurarea îndeplinirii reglementărilor instrumentelor internaționale în vigoare.

Tabelul 12.1. **Instalaţii supuse controlului PSC**

Instalaţia / Echipamentul	**Defecte / Deficienţe frecvente**
1	2
Instalaţii pentru combaterea incendiului	
- tubulatura principală de incendiu	- coroziuni
- clapeţi antifoc	- nu funcţionează, sunt corodate
- echipament pentru combaterea incendiului	- sting incendiu neverificate
- pompă de urgenţă pentru incendiu	- nu funcţionează
Mijloace de salvare	
- echipamentul bărcilor de salvare(!)	- echipament lipsă, mijloacele de semnalizare expirate
- starea bărcilor de salvare	- corpul bărcii şi motorul defecte
- dispozitivele de lansare ale bărcii de salvare	- tiranţii bărcilor(lipsesc certificatele)
- colacii de salvare, inclusiv echipamentul	- lipsesc semnalele de apel (ajutor)
- vestele de salvare	- lipsesc vestele de salvare
Siguranţa în general	
- echipamentul electric	- lipsesc becuri, cabluri slăbite, cutiile de distribuţie avariate
- iluminare de urgenţă	- baterii incorect montate
- evacuări(ieşiri)	- blocate
- starea structurii corpului, în special punţile expuse şi ramele gurilor de magazie	- coroziuni, fisuri, etc.
- instalaţia hidraulică a sistemului de închidere	- porţile glisante etanşe, scurgeri
- balustradă, pasarele	- lipsesc plasele
Bordul liber	
- ventilatoarele şi tubulatura aerisire(!)	- coroziuni, închidererile nu sunt operabile
- capacele ramelor	- coroziuni, lipsesc garniturile
- uşile etanşe	- lipsesc încuietorile, garniturile
- marcajele pentru linia de plutire	- nu sunt corespunzător marcate
- balustradă, parapet, pasarelă	- lipsesc balustradele şi bastoanele de balustradă, sunt îndoite, foarte corodate
- scările	- pericol de accidente (!)
- ferestre şi hublourile	- lipsesc capacele de furtună
MARPOL	
- separatorul de hidrocarburi apă, inclusiv echipamentul	- nu funcţionează
- reziduuri hidrocarburi	
- alarma 15 ppm	- nu funcţionează
- jurnalul de produse petroliere	- este învechit, ţinut incorect
Sistemul principal de propulsie şi mecanismele auxiliare	
- curăţenia în compartimentul maşinilor	-
- cazane auxiliare	- dispozitive de siguranţă
Echipamentul de navigaţie	
- publicaţii navale(!)	- incomplete, expirate
- hărţi maritime	- nu sunt corectate, lipsesc
- lumini şi mijloace de semnalizare	- sunt defecte

Unele convenţii internaţionale consideră controlul ca fiind obligatoriu, sau dau numai direcţii privind modul în care controlul poate fi executat. Ca rezultat al necesităţii de a detalia şi a unifica interpretarea reglementărilor referitoare la port state control au fost elaborate următoarele rezoluţii:

A.466(XII) - Proceduri pentru controlul navelor

A.542(13) - Proceduri pentru controlul navelor si descărcărilor conform Convenţiei

MARPOL 1973/1978 - Anexa I
MEPC.26(13) - Proceduri pentru controlul navelor și descărcărilor conform Convenției MARPOL 1973/1978 - Anexa
A.481(XII) - Principii de completare cu echipaj de siguranță;
A.681(17) - Proceduri pentru controlul cerințelor operaționale privind siguranța navelor și prevenirea poluării.

12.3. Convenția internațională din 1990 privind pregătirea, acțiunea și cooperarea împotriva poluării cu hidrocarburi (CONVENȚIA OPRC)

Semnificația Convenției

Convenția internațională din **1990** privind **pregătirea,** acțiunea și cooperarea împotriva poluării cu hidrocarburi (Convenția OPRC) constituie un cadru pentru cooperarea internațională în combaterea incidentelor majore de poluare cu hidrocarburi, luându-se în considerare **experiența** câștigată prin înțelegerile regionale existente ce tratează asemenea probleme.

Convenția a fost adoptată în cadrul Conferinței Organizației Maritime Internaționale **(IMO)** din perioada 19-30 nov. 1990, când a fost adoptat și Actul **final** și **zece**, rezoluții conținute în suplimentul la Actul final referitoare la: instrument și documente IMO pentru **pregătirea,** acțiunea și cooperarea împotriva poluării cu hidrocarburi, punerea în aplicare a Convenției din 1990 până la intrarea sa în vigoare și în special a anumitor articole (art. 12- **desemnarea** IMO pentru preluarea unor funcții, activități și obiective ale Convenției OPRC; **art.6** - instituirea sistemului național cuprinzând un plan de **urgență,** echipamente și programe de instruire, crearea stocurilor de echipamente pentru combaterea poluării, promovarea asistenței tehnice, elaborarea și punerea în aplicare a programului de instruire pentru pregătirea și acțiunea împotriva poluării cu hidrocarburi, îmbunătățirea serviciilor de salvare, cooperarea între state și societăți de asigurare, extinderea sferei de acțiune a Convenției 1990 pentru includerea substanțelor nocive și periculoase.

Avantajele aderării la Convenția OPRC

Aderarea la Convenția Internațională OPRC reprezintă un pas important în acțiunile **startelor** riverane pentru:

- protejarea mediului înconjurător, în general și a celui marin, în special;
- prevenirea amenințării grave asupra mediului marin pe care o prezintă accidentele de **poluare** cu hidrocarburi care implică nave, platforme de foraj, porturi maritime și mijloace de manipulare a hidrocarburilor;
- maximizarea importanței măsurilor de precauție și de prevenire pentru evitarea poluării cu hidrocarburi și necesitatea aplicării stricte a instrumentelor **internaționale** existente referitoare la siguranța navigației la prevenirea poluării marine;
- **promptitudinea** și eficiența acțiunilor pentru reducerea la **minimum** a pagubelor ce ar putea să se producă drept urmare a unui incident de poluare;
- pregătirea eficientă a combaterii poluării cu hidrocarburi și rolul important pe care industria petrolieră și navigația le au în acest context;
- asigurarea asistenței mutuale și cooperării internaționale relative la problemele respective, inclusiv schimbul de informații asupra mijloacelor de care dispun **statele** pentru a face față **incidentelor** de poluare cu hidrocarburi, pregătirea planurilor de urgență contra poluării cu hidrocarburi, schimbul de rapoarte asupra incidentelor semnificative care pot afecta mediul marin sau litoralul și interesele aferente ale statelor, precum și cercetarea și

dezvoltarea mijloacelor pentru combaterea poluării cu hidrocarburi a mediului marin;

- **respectarea** instrumentelor internaționale asupra **responsabilității** și compensării daunelor cauzate de poluarea cu hidrocarburi, inclusiv **Convenția internațională** din 1969 privind răspunderea civilă pentru daunele cauzate de poluarea cu hidrocarburi și Convenția internațională din **1971** pentru crearea unui fond internațional de compensare a daunelor cauzate de poluarea cu hidrocarburi **și** necesitatea stringentă a intrării cât mai curând în vigoare a protocoalelor din 1984 care modifică aceste două **Convenții;**
- creșterea importanței acordurilor bilaterale și multilaterale **și** a înțelegerilor incluzând **convențiile** și acordurile regionale;
- respectarea prevederilor Convenției Națiunilor Unite privind dreptul mării;
- promovarea cooperării internaționale și sporirii capacităților naționale, regionale si globale existente privind pregătirea și combaterea poluării cu hidrocarburi.

Semnarea, ratificarea, acceptarea, aprobarea și aderarea

- Convenția OPRC a fost deschisă pentru semnare la sediul Organizației Maritime Internaționale (IMO) de la **Londra,** de la 30 noiembrie 1990 până la 29 noiembrie 1991, dată după care rămâne deschisă pentru aderare. Orice Stat poate deveni parte la această convenție prin:

a) semnare în ceea ce privește **ratificarea, acceptarea** sau aprobarea; sau

b) semnare sub rezerva ratificării, acceptării sau aprobării urmată de ratificare, acceptare sau aprobare; sau

c) aderare

Ratificarea, acceptarea aprobarea sau aderarea va **fi** efectuată prin depunerea unui instrument în acest scop la secretarul general al Organizației.

Rezoluția A 747(18) recomandă ca petrolierele care au tancuri de balast separat (**conf.** reg. 13, Anexa I, MARPOL 1973/1978) pot beneficia de reduceri ale tonajului **brut** funcție de mărimea tancurilor de balast separat, reduceri care pot fi luate în considerare la aplicarea diferitelor taxe ce intervin în opera navelor, implicit a taxelor de **pilotaj.**

în acest context rezoluția A 747 **(18)** stabilește un mod unitar de determinare efectivă a tonajului brut redus și de înscriere a lui la rubrica Remarks de pe pagina a doua a Certificatului internațional de tonaj (1969)

12.4. SHIPBOARD OIL POLLUTION EMERGENCY PLAN (SOPER)

Planul de urgentă în caz de poluare cu hidrocarburi

începând cu data de 04.04.1995 toate navele care corespund cerințelor MARPOL 73/78 Anexa I Regula 26., trebuie să fie dotate **cu"Planul** de urgentă în caz de poluare ca hidrocarburi la bord".

Regula 26, Anexa I MARPOL 73/78 spune că fiecare petrolier cu un tonaj brut de 150 t mai **mult** și fiecare navă , alta decât un petrolier, cu un tonaj brut de 400 t sau mai mult trebuie să aibă la bord un plan sus menționat.

Acest plan trebuie să fie în conformitate cu directivele elaborate de Organizație și redactat în limba de lucru a CDT -lui și ofițerilor.

Planul va consta din:

a. **Procedura** pe care trebuie să o respecte CDT sau alte persoane ce răspund de navă pentru a semnala un eveniment de poluare cu hidrocarburi, conform u ispozițiilor art 3 și Protocolului î ai comitetului MARPOL 73/ 78 pe baza directivelor organizației.

b. Lista autorităților sau persoanelor ce urmează a fi contactate în cazul unui eveniment de poluare cu hidrocarburi.

Actualizarea acestor liste intră în atribuțiunile CDT -lui navei.

c. O descriere detaliată a măsurilor ce trebuie luate imediat de persoanele de la bord pentru a reduce sau controla descărcarea hidrocarburilor ca urmare a evenimentului.

d. Procedurile și punctul de contact la bord pentru coordonarea măsurilor de la bord cu autoritățile naționale și locale în vederea combaterii poluării.

Referitor la navele românești aceste planuri sunt valabile numai cu avizul R.N.R. și aprobate de INC - București în calitate de reprezentant al Administrației.

Tabelul12.2. **Legi conexe și alte hotărâri interne cu privire la prevenirea, combaterea și sancționarea contravențiilor privind poluarea apelor și a mediului**

Nr. crt.	Numele documentului	Descriere	Responsabilitatea aplicării	Nivelul de aplicare	Data intrării în acțiune
0	1	2	3	4	5
1	Legea nr. 6 / 1803.93	Ratificarea convenției MARPOL 73/78	Guvernamentul	N(R,L)	martie 1993
2	Declarația ministerială de la Odesa pri-vind protecția Mării Negre	Coordonarea acțiunilor pentru protecția mediului marin al Mării Negre	—„—	—„—	aprilie 1993
3	Legea nr. 17/ 1990	Aspecte juridice asupra apelor teritoriale	—„—	—„—	1990
4	Legea nr. 13/ 1993	Ratificarea convenției de la Berna asupra protejării vietui-toarelor sălbatice	—„—	—„—	martie 1994
5	Legea nr. 5/1991	Ratificarea protocolului de la Paris (1982) asupra ariilor umede de importanța internațională (habitatele păsărilor)	—„—	—„—	ianuarie 1991
6	Hotărârea guvernamentală nr.792/1992	Organizarea și funcționarea Ministerului Apăelor, Pădurilor și Protecției Mediului	—„—	—„—	decembrie1992
7	Legea nr. 98/1992	Ratificarea Convenției privind protecția Mării Negre împotriva poluării (1992)	—„—	—„—	ianuarie 1994
8	Legea nr. 107/1996	Legea apelor	—„—	—„—	decembrie1996
9	Legea nr. 137/1995	Legea protecției mediului	—„—	—„—	februarie 1996
10	Hotărârea guvernamentală nr. 138/1994	Penalități pentru nerespectarea condițiilor de mediu	—„—	—„—	aprilie 1994
11	Hotărârea	Descrierea activităților în caz de	—„—	—„—	august

	guverna-mentală nr. 47/1994	dezastre sau calamități			1994
12	Decret al consiliului de stat nr. 37/1980	Stabilirea și sancționarea contravențiilor privind poluarea apelor naționale navigabile de către nave	–"–	–"–	1980
13	Hotărârea guverna-mentală nr. 127/1994	Penalități pentru poluarea apelor naționale	–"–	–"–	aprilie 1994
0	1	2	3	4	5
14	Legea nr. 82/1993	Lege privind construirea Rezervației Biosferei Delta Dunării	Administr. Rezervației Biosferei Delta Dunării	R(L)	1993
15	Decizia OIL Terminal nr. 1/1994	Responsabilități și descrierea activităților în cazul unui răspuns de urgență la OIL Terminal docuri portuare 69-79Constanța	OIL Terminal	L	ianuarie 1994
16	Decizia Căpităniei Portului Constanța	Sistemul de comunicare și raportare în cazul unui răspuns de urgență pentru porturile românești	Căpitănii portuare	N(R,L)	septem-brie 1994
17	Nota internă a Marinei Militare Române privind protecția mediului	Responsabilități de protecția mediului în zonele de activitate ale Marinei Militare Române	Marina Militară Româna	R(L)	1991
18	Nota internă pentru Administrația Canalelor Navigabile Constanța	Organizare și instrucțiuni pentru acțiuni de urgență în cazul unor poluări accidentale	Adminis-trația Canalelor Navigabile Constanța	L	1990
19	Aviz pentru navigatori	Operațiuni de bunkeraj, debalastare, descărcare de ape uzate și reziduuri la facilitățile portuare	Căpitănii portuare	L	iunie 1994
20	Hotărârea guverna-mentală nr. 531/1992	Apărarea civilă în România organizare și funcționare	Guverna-mental	N,R,L	septem-brie1992
21	Instrucțiuni M4/1993	Modul de aplicare a hotărârii guvernamentale nr. 531/1992 de către Ministerul Apărării Naționale	Guverna-mental	N,R,L	februarie 1993
22	Legea nr. 69/1991	Administrația publică locală aspecte organizatorice	Prefecturi Primării	R,L	1991
23	Legea protecției civile	Protecția civilă în România organizare și funcționare	Guverna-mental Prefecturi, Primării	N,R,L	aprilie 1995

N = Național, R = Regional, L = Local

Procedura de transfer hidrocarburi la navă și de la navă

1. Numele produselor ce se transferă:
- IFO; NDO; GAS OIL; FUEL OIL
155.320
2. Descrierea modalității de desfășurare a operațiunii de transfer .
Nava are containere fixe pentru scurgeri combustibil de la manifolduri în ambele borduri,

fiecare având 15 Galons. Aceste containere se descarcă și se curăță manual de către motoristul
de serviciu.

3. Pe timpul operațiunilor de transfer, la bord participă 10 membrii de echipaj .

4. Operațiunile de transfer sunt organizate la bord astfel:
- *șeful mecanic* ia legătura cu barja sau molul, fixând condițiile de transfer
- *ofițerul l mecanic* urmărește modul de cuplare a manifoldului
- *ofițerul II mecanic* ia toate măsurile specifice de prevenirea poluării si prevenirea incendiilor
- *ofițerul III mecanic* execută măsurători la toate tancurile, ... linia de transfer în compartimentul mașini.
- *ajutorul ofițerului mecanic și strungarul* urmărește procedura de transfer la nivelul punții principale la gurile de ambarcare.
- *șeful electrician* asigură legătura prin WALKIE-TAKIE, cu personalul din C.M. și cu barja sau molul de transfer.
- *motoristul l* face sonde la tanc .
- *motoristul 2* urmărește modul de transfer, pe pompă în C.M.
- *motoristul 3* este la dispoziția șefului mecanic .
- 5. Următorii membrii din echipaj asigură legarea navei și urmărește realizarea ei pe timpul operațiunilor de transfer.
- *ofițer serviciu punte* conduce operațiunile de legare.
- *șeful de echipaj* asigură legarea navei de bunkerare în prova.
- *timonierul l* asigură legarea navei la pupa.
- *marinarul de serviciu* urmărește în conținu starea legăturilor

155-780

6. în caz de pericol de poluare sau orice alt risc, din C.M., din camera separatoarelor, ofițerului mecanic III poate manevra valvulele de închidere.

155.785

De la navă, pe timpul transferului, șeful mecanic, asigură legătura cu barja sau molul de încărcare, prin WALKIE - TALKIE conform prevederilor U.S.A. din CFR 155785.

7. Pentru a preveni poluarea pe timpul transferului personalul de la bordul
de la bord își ia ca procent de siguranță din volumul tancului de 15%.

8. *Ofițerul III mecanic si motoristul de setviciu* după terminarea ambarcării combustibilului vor verifica și vor stinge flanșele la ambele guri (din Tb. și Bb.). Șeful mecanic va consemna aceste operațiuni în OIL RECORD BOOK.

9. Orice deversare de hidrocarbură (OIL DISCHARGEING) va fi anunțată imediat la numărul 1-800-424-8802 sau oriunde în U.S.A. în canalul 16 VNF- RADIO.

10. Aceste cerințe ale COAST GUARD pot fi schimbate sau completate iar completările făcute vor fi comunicate imediat.

Descrierea (stabilirea) personalului responsabil

Conform regulii 33 CFR- 155700 și 155820(A) la bordul M/V ALBA, personalul responsabil de bunkerare este în număr suficient 10 persoane, acoperind toate responsabilitățile cerute 155.700(3).

Personalul responsabil, abilitat a efectua bunkerarea este brevetat (licențiat) ca șef mecanic și ofițeri mecanici maritimi 155.700(4)

Tot personalul numit mai sus a fost instruit de către șeful mecanic despre modul de transfer la/și de la nava, în conformitate cu regulile U.S.A. adițional la regulile generale al procedeului de transfer hidrocarburi.

ÎNTOCMIT

Șef mecanic (CHIEF ENG.)

MASTER of SHIP

Principalul obiectiv al port state control este de a identifica navele sub-standard, prin nava sub-standard înțelegându-se nava care nu îndeplinește reglementările aplicabile și în vigoare pentru a asigura siguranța pe mare și prevenirea poluării mediului marin.

12.5. Program de prevenire și lupta împotriva poluării marine în porturile maritime române și marea teritorială

Până nu de mult era acreditată ideea că resursele omenirii sunt nelimitate iar "Oceanul Mondial", prin însăși dimensiunile sale, poate furniza sau înghiți practic orice și oricât.

Astăzi aproape toată lumea este de acord ca problema mediului înconjurător nu aparține numai ecologiștilor, ci este una de acceptare socială a unei noi politici ce presupune sacrificarea unor puncte de vedere pur economice, dacă se dorește cu adevărat beneficii pe termen lung.

Poluarea marină afectează nu numai apa mării ci și atmosfera, solul (plajele litoralului) și fundul mării.

Poluarea marină se datorează exclusiv activităților de pe mare (nave, platforme de extracție și foraj) ci și celor de pe litoralul adiacent.

Marea Neagră ca mare continentală închisă prezintă particularități care o deosebesc chiar de alte mări complet închise.

Din punct de vedere hidrografic, datorită absentei curenților verticali, sub adâncimea de 150-180 m, există un strat staționar cu o salinitate sporită si având un conținut ridicat de hidrogen sulfurat care împiedică dezvoltarea formelor superioare de viață.

Stratul superficial de la suprafață este alimentat cu o mare cantitate de apă dulce din fluviile de N-V- Dunăre, Nistru, Don, care la rândul lor prezintă o poluare ridicată.

Politica națională în caz de poluare accidentală:

- punerea bazelor unui plan cadru de intervenție în caz de poluare maritimă;
- plan de intervenție maritimă cu o secțiune de intervenție pentru uscat și o secțiune de intervenție pentru mare;
- responsabilitatea pregătirii și conducerii operațiunilor antipoluare, pe apă revenindu-i unei organizații maritime naționale agreate internațional;
- pe perioada accidentului se asigură accesul la un fond financiar ce se poate utiliza în exclusivitate pentru cheltuielile legate de intervenție provenit din contribuții proporționale obligatorii din partea agenților economici interesați;
- la uscat prefecturile orașelor portuare sunt responsabile de organizarea intervenției în caz de poluare;
- incidentele de mici dimensiuni vor fi tratate de autoritățile administrațiilor locale direct afectate;

- în cazul accidentelor de mari proporții responsabilul poluării pe apă va pune în acțiune și planul de intervenție de la uscat.

Coordonarea activităților **antipoluare,** presupune existența unei legături permanente prin radio / satelit între echipele de intervenție, coordonatorii de zonă și organismele de coordonare generală.

Supravegherea navigației maritime consta în:

- existența unor centre de coordonare a căutării pe mare, a căror personal asigură **monitoringul** navigației și controlul poluării;
- sisteme de supraveghere optică și acoperire radar a coastei.

Măsuri preventive de intervenție în zonele cu pericol potențial de accidente navale:

- în fiecare zonă **maritimă,** funcție de **specificul** acesteia și mijloacele existente se va proceda la acordarea de asistență pentru navele aflate în dificultate;
- asistența este acordată de echipe special pregătite sprijinite de nave tip salvator;
- verificarea eficienței sistemului existent de intervenție antipoluare, prin exerciții efectuate pe mare, în condiții meteo și hidrologice din cele mai diverse;
- echipele de evaluare și intervenție sunt transportate la bordul navei avariate cu elicoptere;
- o echipă de evaluare si intervenție este formată din personal marinăresc, fiecărui membru din echipaj **revenindu-i** sarcini concrete, bine definite:

* evaluarea situației și pericolul potențial;
* informare;
* începerea pregătirii unor acțiuni imediate la bord, dacă sunt necesare.

Sancțiuni aplicate în cazul nerespectării măsurilor de prevenire a poluării.

Infracțiunile de poluare și de violare a traficului maritim sunt în continuă descreștere datorită exigenței convențiilor internaționale și în mod deosebit a **ConvențieiMarpol** 73/78.

O navă găsită ca fiind sub-standard poate fi reținută sau **întirziată** până când **deficiențele** sunt remediate, poate fi **amendaăa,** poate fi **arestată,** sau i se poate permite să părăsească portul cu anumite deficiențe care nu sunt vitale pentru siguranța pe mare și prevenirea poluării.

Memorandum of Understanding **(MOU)** pentru port state control este un contract semnat la Paris între autoritățile maritime din 14 state europene (Belgia, Danemarca, Finlanda **Franța, Germania, Grecia,** Irlanda, Italia, Marea **Britanie, Olanda,** Portugalia, **Norvegia,** Spania și Suedia).

Memorandumul este un instrument internațional care permite autorităților maritime să coordoneze și să armonizeze eforturile în relație cu port state control și să asiste **tn** asigurarea respectării reglementărilor privind siguranța și prevenirea **poluării** stabilite la nivel internațional.

Fiecare autoritate maritimă menține un sistem propriu de port state control pentru a se asigura că navele cu pavilion străin se conformează cel puțin următoarelor convenții internaționale: SOLAS 1974/1978, LOAD LINES 3966, MARPOL 1973/1978, STCW 1978, COLREG 1972 si ILO 147, la care se adaugă rezoluțiile prezentate mai sus.

Activitatea se desfăşoară astfel încât să nu existe discriminări în funcție de pavilion, certificatele valabile să reprezinte prima dovadă . îndeplinirii reglementărilor, totalul anual a] navelor inspectate să fie 25% din numărul de nave estimai că intră în port în decurs de un an, reținerea navei să fie ultima treaptă de sancționare, excluderea întirzierii sau reținerii nejustificate, notificarea autorităților relevante când nava este găsită cu deficiențe, sau imunitate navei care nu a fost găsită cu deficiențe pentru o perioadă de 6 luni In oricare port al statelor membre.

Orice control efectuat la bordul navei se materializează in eliberarea unui raport care contine detalii despre control, inclusiv deficiente si modul lor de remediere, dar și lista

codurilor și obiectivelor pe care le vizează controlul. Pentru departamentul mașini principalele obiective sunt certificatele navei/jurnale de bord, echipaj, propulsia și mașinile auxiliare, poluare marină, echipament de salvare, semnale de alarmă, siguranță în general, prevenirea accidentelor, instalații de stingere incendiu, cabine sau spatii de lucru).

12.6. A 19-a sesiune a adunării organizației maritime internaționale

în perioada 13- 24 noiembrie 1995 s-au desfășurat la Londra lucrările celei de-a 19-a sesiuni a Adunării Organizației Maritime Internaționale.

La respectiva sesiune au participat delegații reprezentînd 132 de state membre IMO și reprezentanți ai unor organizații interguvernamentale și neguvernamentale, agenții specializate ale Organizației Națiunilor Unite.

In urma dezbaterilor au fost adoptate o serie de rezoluții pe care le prezentăm în continuare.

Tabelul 12.3. **Lista rezoluțiilor adoptate de Adunarea la cea de-a 19-a sesiune**

Numărul Rezoluției	Titlul
A. 780 (19)	Amendamente la Regulile de procedură ale Adunării ca urmare a introducerii numărătoarei electronice a voturilor pentru alegerea membrilor Consiliului
A. 781 (19)	Amendamente ia regulile 56 bis și 56 ter din Regulile de procedură ale Adunării
A. 782 (19)	Relații cu organizațiile neguvernamentale
A. 783 (19)	Desemnarea auditorului extern
A. 784 (19)	Amendamentele la Convenția internațională din 1966 asupra liniilor de încărcare
A. 785 (19)	Contribuția Universității Maritime Mondiale (WMU) la ameliorarea normelor intensificate de instruire maritimă
A. 786 (19)	Strategia privind interfața navă/port
A. 787 (19)	Proceduri privind controlul efectuat de către statul portuar (Port State Control)
A. 788 (19)	Linii directoare privind punerea în aplicare de către Administrații a Codului internațional de management al siguranței (Codul ISM)
A. 789 (19)	Specificații privind funcțiile de inspectare și certificare ale organizațiilor recunoscute ce acționează în numele Administrației
A. 790 (19)	Revizuirea Codului pentru transportul de combustibil nuclear iradiat, a plutoniului si a deșeurilor cu un nivel înalt de radioactivitate în butelii la bordul navelor
A. 791 (19)	Aplicarea Convenției internaționale din 1969 asupra măsurării tonajului navelor la navele existente
A. 792 (19)	Educația privind siguranța pe navele de pasageri și în jurul lor
A. 793 (19)	Rezistența și dispozitivele de fixare și blocare a porților din bordurile navelor Ro-Ro pasager
A. 794 (19)	Vizite si inspecții ia navele Ro-Ro pasager
A. 795 (19)	Sisteme de conducere și de informații pentru navigație în vederea exploatării feriboturilor Ro-Ro

A. 796 (19)	Recomandări privind un sistem suport de decizie pentru comandanții navelor de pasageri
A. 797 (19)	Securitatea navelor care transportă mărfuri solide în vrac
A. 798 (19)	Linii directoare privind alegerea, aplicarea și întreținerea instalațiilor pentru prevenirea coroziunii la tancurile destinate balastării cu apă de mare
A. 799 (19)	Recomandări revizuite privind metodele de încercare pentru definirea materialelor de construcții navale ca incombustibile
A. 800 (19)	Linii directoare revizuite privind aprobarea instalațiilor de stingere a incendiilor cu sprinklere, echivalente acelora la care se referă regula II-2/12 din Convenția SOLAS
A. 801 (19)	Prevederi privind serviciile radio din cadrul Sistemului mondial pentru caz de sinistru și pentru siguranța navigației pe mare (GMDSS)
A. 802 (19)	Norme de funcționare a transponderelor radar destinate ambarcațiunilor de salvare folosite în cadrul operațiunilor de căutare și salvare
A. 803 (19)	Norme de funcționare a echipamentului radio VHF de la bordul navelor destinat pentru comunicații verbale și apel selectiv numeric
A. 804 (19)	Norme de funcționare a echipamentului radio MF de la bordul navelor destinat pentru comunicații verbale și apel selectiv numeric
A. 805 (19)	Norme de funcționare a radiobalizelor VHF cu plutire liberă pentru localizarea sinistrelor
A. 806 (19)	Norme de funcționare a echipamentului radio MF/HF de la bordul navelor destinat pentru comunicații verbale, cu imprimare directă pe bandă îngustă și apel selectiv numeric
A. 807 (19)	Stații de comunicații navă - uscat standard C INMARSAT ce pot transmite și recepționa comunicații cu imprimare directă
A. 808 (19)	Norme de funcționare a sateliților de comunicații navă - uscat pentru emisie - recepție bilaterală
A. 809 (19)	Norme de funcționare a aparaturii radiotelefonice VHF de emisie - recepție de pe ambarcațiunile de salvare
A. 810 (19)	Norme de funcționare pentru radiobalize cu plutire liberă pentru localizarea sinistrelor prin sateliți (EPIRBs) funcționînd pe 406 Mhz
A. 811 (19)	Norme de funcționare pentru echipamentul de radiocomunicații integrat de la bordul navelor (IRCS), dacă este utilizat în GMDSS
A. 812 (19)	Norme de funcționare pentru radiobalize cu plutire libereăpentru localizarea sinistrelor prin sateliți funcționînd prin sistemul de sateliți geostaționari INMARSAT pe 1,6 GHz
A.813 (19)	Cerințe generale privind compatibilitatea electromagnetică (EMC) a tuturor echipamentelor electrice și electronice de pe navă
A. 814 (19)	Linii directoare pentru evitarea alarmelor pentru caz de sinistru false
A. 815 (19)	Sistemul mondial de radionavigație
A. 816 (19)	Norme de funcționare a receptoarelor DECCA NAVIGATOR de la bord
A. 817 (190	Norme de funcționare pentru sistemele de informații și hărți electronice (ECDIS)
A. 818 (19)	Norme de funcționare pentru receptoarele LORAN-C și CHAYKA de la bordul navelor
A. 819 (19)	Norme de funcționare pentru echipamentul de recepție de la bordul navelor al sistemului mondial de poziționare (GPS)
A. 820 (19)	Norme de funcționare pentru echipamentul radar de navigație destinat

	ambarcaţiunilor de mare viteză
A. 821 (19)	Norme de funcţionare pentru girocompasele destinate ambarcaţiunilor de mare viteză
A. 822 (19)	Norme de funcţionare pentru mijloacele de guvernare automată (piloţi automaţi) destinate ambarcaţiunilor de mare viteză
A. 823 (19)	Norme de funcţionare pentru dispozitivele automate de transfer radar (ARPAs)
A. 824 (19)	Norme de funcţionare pentru dispozitivele de indicare a vitezei şi distanţei
A. 825 (19)	Procedura de adoptare şi amendare a normelor de funcţionare pentru echipamentul radio şi de navigaţie
A. 826 (19)	Procedura de adaptare şi amendare a planurilor de separare a traficului, a măsurilor privind organizarea traficului maritim, altele decât planurile de separare a traficului şi a sistemelor de raportare utilizate de către nave
A. 827 (19)	Organizarea traficului maritim
A. 828 (19)	Recomandări privind instruirea legată de securitatea maritimă şi de pregătirea pentru situaţii critice a întregului personal muncitor de pe unităţile mobile din largul mării
A. 828 (19)	Linii directoare pentru estimarea eficacităţii instalaţiilor de evacuare ale tancurilor de tip C
A. 830 (19)	Codul din 1995 pentru alarme şi indicatori
A. 831 (19)	Codul din 1995 privind securitatea instalaţiilor subacvatice
A. 832 (19)	Acţiunea ca urmare a Conferinţei din 1992 a Naţiunilor Unite asupra mediului şi dezvoltării
A. 833 (19)	Facilităţi pentru sediu central şi cazare
A. 834 (19)	Restanţe la plata contribuţiilor către IMO
A. 835 (19)	Prezentarea raportului de venituri şi cheltuieli
A. 836 (19)	Planul de lucru pe termen lung al Organizaţiei (până în 2002)
A. 837 (19)	Programul de lucru şi bugetul pentru perioada financiară 1996-1997
A. 838 (19)	Programul complet de cooperare tehnică. Transferul de capital din excedentul fondului pentru publicaţii

12.7. Reglementări ale societăţilor de clasificare

Societăţile de clasificare au apărut din necesitatea existenţei unei instituţii imparţiale şi independente, în contextul relaţiilor dintre armatorul navei şi societatea de asigurare, care să dea sens practic conceptului de clasificare a navelor.

Fiecare societate de clasificare desfăşoară un amplu proces de clasificare prin care se certifică faptul că o navă sau o parte a unei nave îndeplineşte cerinţele regulilor de clasificare şi construcţie ale navelor.

Procedura de clasificare porneşte de la avizarea documentaţiei de construcţie a navei si continuă cu inspectarea navei în timpul construcţiei, eliberarea certificatelor de clasificare la navă, inspectarea navei în serviciu şi reînoirea certificatelor de clasificare eliberate.

Activitatea de clasificare a navelor este strins legată de procesul de certificare prin care un produs, un proces sau o persoană se verifică în baza unui set de reglementări si prin care se eliberează un certificat care atestă că reglementările specifice sunt îndeplinite.

Criteriile de **acceptabilitate** pentru certificarea în scopul clasificării sunt conținute în regulile de clasificare și construcție ale navelor și **orice** standard sau specificație tehnică acceptate în cadrul acestor reguli.

Regulile de clasificare și construcție ale navelor au la bază **următoarele principii:**

- să prezinte reglementări care reflectă un nivel de siguranță acceptat internațional;
- să se refere la funcții sau capacități și nu la **anumite soluții** tehnice;
- să fie valabile pentru o perioadă relativ lungă de timp;
- să fie bine **documentate;**
- să dea posibilitatea pentru soluții alternative care oferă un nivel de siguranța echivalent
- să nu ceară procedee mai costisitoare, materiale mai bune, inspecții mai stricte sau condiții de funcționare mai restrictive decât este necesar.

Regulile de clasificare și construcție ale navelor sunt elaborate pe baza rezultatului cercetărilor curente ale societăților de clasificare sau altor instituții de specialitate, dezvoltării standardelor internaționale, dezvoltării instrumentelor internaționale, cooperării între societățile de clasificare și experienței câștigate din exploatarea navelor în serviciu.

Societățile de clasificare oferă servicii de clasificare, servicii statutare și servicii asociate, cum ar fi cele de consultanță.

Serviciile statutare reprezintă activități efectuate **în** numele unei administrații maritime pentru a se verifica dacă reglementările instrumentelor internaționale (convenții, coduri, rezoluții) sunt îndeplinite.

Serviciilor statutare introduc conceptul de recunoaștere prin care se acceptă regulilor societăților de clasificare un anumit grad de echivalență cu reglementările instrumentelor internaționale și conceptul de delegare prin care administrația maritimă încredințează societăților de clasificare execuția procesului de certificare în baza reglementărilor instrumentelor internaționale.

In prezent există mai multe societăți de clasificare recunoscute internațional dintre care cele mai cunoscute sunt:

ABS	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING	din U.S.A.,	fondată în **1898**
BV	**BUREAU VERITAS**	din FRANȚA,	fondată în **1828**
DnV	**DET NORSKE VERITAS**	din NORVEGIA,	fondată în 1864
GL	**GERMANISCHER LLOYD**	din GERMANIA,	fondată în 1867
LR	LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING	din U.K.,	fondată în 1834
NK	**NIPPON KAIJI KYOKAI**	din JAPONIA,	fondată în 1899
RINA	**REGISTRO** ITALIANO NAVALE	din ITALIA,	fondată în 1861
PRS	**POLSKI REJESTER STATKOV**	din POLONIA,	fondată în 1936
RS	REGISTER OF SHIPPING	din RUSIA,	fondată în 1936
RNR	ROMANIAN REGISTER OF SHIPPING	din ROMÂNIA,	fondată în 1965.

Societățile de clasificare au fondat în 1968 Asociația Internațională a Societăților de Clasificare (LACS) având ca membri fondatori ABS, BV, DnV, GL, **LR,** NK și RINA. In prezent mai fac parte RS, PRS, **KR** (Korean Register of Shipping) și ZC (China Classification Society).

Asociația Internațională a Societăților de Clasificare (LACS) are ca principale obiective îmbunătățirea standardelor pentru siguranța pe mare, consultarea și cooperarea cu organizațiile maritime internaționale și naționale în domeniul naval și cooperarea cu industria maritimă internațională.

In general, regulile de clasificare și construcție ale unei societăți de clasificare sunt organizate în părți și capitole. **Părțile** se adresează unui anumit domeniu de clasificare, iar capitolele se adresează componentelor din acel domeniu de clasificare. Astfel, poate exista Partea 1 - Nave maritime, care poate avea Capitolul 1 - Structura corpului navei, Capitolul 2 - Instalațiile de **mașini,Capitolul** 3 - Instalații electrice, sau Capitolul 4 - Instalații frigorifice.

Regulile de clasificare şi construcţie ale navelor sunt **editate periodic** şi se aplică navelor construite la sau după data intrării lor în vigoare.

Atribuirea clasei unei nave, eliberarea **certificatelor** de clasă şi atribuirea simbolului de clasificare şi notaţiilor la acestea sunt condiţionate de îndeplinirea reglementărilor aplicabile stipulate în regulile de clasificare şi construcţie ale navelor.

Corpul navei, maşinile şi instalaţiile electrice şi orice echipament special clasificat au aceeaşi perioadă de clasificare. Clasa continuă să fie valabilă cu condiţia ca toate inspecţiile şi reparaţiile cerute la corp, maşini şi instalaţii electrice să fie efectuate în timpul specificat. Dacă nava nu este supusă inspecţiilor cerute la datele scadente, clasa navei se suspendă atât pentru corp cât şi pentru maşini.

Clasa atribuită este valabilă numai dacă sunt îndeplinite condiţiile precizate în certificatul de clasificare (de **exemplu**, zona de navigaţie, puterea motorului principal, încărcarea grupurilor **diesel-generatoare).** Clasa atribuită **este** condiţionată de încărcarea şi operarea navei şi instalaţiilor de maşini astfel încât să fie îndeplinite condiţiile de proiectare şi cerinţele regulilor de construcţie.

Societatea de clasificare trebuie informată imediat despre orice avarie sau deficienţă la corp, maşini şi instalaţii electrice sau alte echipamente clasificate dacă acestea sunt relevante pentru menţinerea clasei **navei.** într-un astfel de caz, nava trebuie prezentată la o inspecţie nu mai târziu de sosirea în primul port de escală.

In plus faţă de certificatele de **clasă,** orice documentaţie de importanţă pentru clasificare trebuie să fie păstrată la bord şi pusă la dispoziţia inspectorului dacă acesta o cere. Din această documentaţie pot face parte rapoarte de inspecţie sau planuri de construcţie aprobate. Din punct de vedere al clasificării, trăsăturile caracteristice ale corpului, maşinilor şi echipamentului existent la nava sunt reflectate în simbolul de clasă şi notaţiile ataşate la acesta.

Următorul exemplu arată o combinaţie de simboluri de clasă şi notaţii posibile pentru corp şi maşini:

	Simbolul de clasă	Notaţia
Corp	+ 100 Al	ICE TANKER FOR OIL
Maşini	+ MC	ICE **UMS** INERT

în care + - reprezintă simbolul de supraveghere a construcţiei, care arată dacă nava a fost construită sub supravegherea directă a societăţii de clasificare sau unei alte societăţi de clasificare recunoscută de aceasta;

100 Al - reprezintă clasa principală pentru corp, care arată dacă corpul navei se conformează în totalitate sau nu reglementărilor de clasificare şi construcţie;

ICE - reprezintă notaţia pentru **întărituri** pentru gheaţă;

TANKER FOR OIL - reprezintă tipul **navei/mărfii** transportate;

MC - reprezintă clasa principală pentru maşini, care arată dacă maşinile navei se conformează în totalitate sau nu reglementărilor de clasificare şi construcţie;

UMS - reprezintă notaţia pentru compartiment de maşini periodic nesupravegheat

INERT - reprezintă notaţia pentru instalaţia de gaz inert.

In urma inspectării navei şi îndeplinirii reglementărilor aplicabile din regulile de clasificare şi construcţie ale navei societatea de clasificare eliberează la navă: ***Certificatulde Clasă*** fie pentru toate părţile navei (corp, maşini, instalaţii frigorifice) sau pentru fiecare parte a navei.

Tipul inspecţiilor efectuate de către un inspector al societăţii de clasificare şi rezultatul acestora se înscrie în vizele pe care inspectorul le face în certificatul de clasă. Aceste vize pot conţine recomandări şi termene de rezolvare a **acestora,** confirmarea, **reînoirea** sau suspendarea clasei/Maşinile şi instalaţiile de maşini inclusiv instalaţiile electrice pentru care există reglementări în regulile de clasificare şi construcţie ale unei societăţi de clasificare se pot supune unei proceduri de inspectare periodică si unei proceduri de inspectare continuă.

12.7.1 Inspecții periodice

Procedura de inspectare periodică include următoarele tipuri de inspecții: anuală; intermediară; de reînoire a clasei; căldări și tubulaturi de abur; pentru recipiente sub presiune; pentru arbori **portelice;** pentru echipament de automatizare; pentru instalația de gaz inert.

12.7.1.1 Inspecții anuale

Inspecțiile anuale pentru nave maritime trebuie să se efectueze atât pentru corp cât și pentru mașini la intervale de 12 luni de la data începerii perioadei de clasă care este indicată în certificatele de clasă.

Inspecțiile pot fi efectuate în intervalul de minus 3 luni și plus 3 luni față de data aniversară (ziua și luna corespunzătoare datei de începere a perioadei de clasă).

In urma efectuării inspecției anuale clasa navei se poate confirma **până** la următoarea inspecție anuală sau inspecția de reînoire a clasei.

Mașinile, instalațiile de mașini inclusiv instalațiile electrice pot fi supuse în cadrul unei inspecții anuale la următoarele:

- inspecția generală a compartimentelor de mașini și căldări, cu deosebită atenție la instalațiile de propulsie, mașinile auxiliare, potențialele surse de incendiu și explozie și cu verificarea ieșirilor de avarie;
- examinarea exterioară a căldărilor și **recipienților** sub presiune cu armăturile și dispozitivele lor de siguranță;
- inspecția și verificarea dispozitivelor de control de la **distanță,** de închidere rapidă sau de oprire a pompelor, valvulelor, ventilatoarelor, etc.
- inspecția și verificarea instalației principale și auxiliare de guvernare, inclusiv sistemelor de control;
- verificarea mijloacelor de comunicare intre timonerie si compartimentele de mașini, căldări sau mașina cârmei;
- inspecția instalației de **santină,** inclusiv a mecanismelor de control de la distanță și dispozitivelor de indicare a nivelului în **santine;**
- inspecția și verificarea surselor principale și de avarie pentru energie **electrică,** inclusiv a tablourilor principale și de avarie;
- inspecția și verificarea instalațiilor și echipamentului pentru combatere **incendiu,** inclusiv oprirea de la distanță a ventilatoarelor și altor mașini electrice, oprirea de la distanța a pompelor care vehiculează lichide inflamabile sau închiderea rapidă a valvulelor pe tancurile de combustibil;
- verificarea instalațiilor de detectare și avertizare incendiu și verificarea costumelor de pompier pentru intervenție în caz de incendiu;
- verificarea nivelului în buteliile de CO_2 din instalațiile de stingere incendiu permanent montate; în caz de pierdere a mai mult de 10% din cantitatea de calcul trebuie să se facă reîncărcarea diferenței pierdute;
- verificarea instalațiilor de combatere incendiu permanent montate, cum ar fi cele cu gaz, spumă sau praf, ca și. a extinctoarelor portabile de incendiu, la fiecare 2 ani de către o firmă sau specialiști recunoscuți de societatea de clasificare; rezultatul verificării se prezintă inspectorului societătii de clasificare

-verificarea agenților spumogeni pentru instalațiile de stingere incendiu cu spumă pentru stabilirea stării lor de cel puțin două ori intr-o periodă de clasă; verificările trebuie efectuate de producător sau la laboratoare independente; rapoartele pregătite de laboratoare la ultima verificare nu trebuie să fie mai vechi de 3 ani.

12.7.1.2 Inspecții intermediare

Inspecțiile intermediare sunt în principal inspecții anuale extinse care se efectuează la mijlocul perioadei de clasificare (pentru un ciclu de clasa de 5 ani, dupa 2,5 ani de la începutul perioadei de clasa).

Inspecțiile se efectuează în intervalul de minus 6 luni și plus 6 luni fată de data aniversară. Datorită acestui larg interval, inspecția intermediară se poate efectua concomitent cu a doua sau a treia inspecție anuală, existând 3 luni de suprapunere între intervalele în care se pot efectua.

In urma efectuării inspecției intermediare clasa navei se poate confirma până la următoarea inspecție anuală.

In plus față de inspecțiile și verificările care se pot efectua la inspecția anuală, în cadrul inspecției intermediare se mai pot efectua următoarele:

- verificarea în funcționarea grupului diesel-generator de avarie, inclusiv a tabloului de avarie valvulei de santină de avarie instalațiilor de santină și de ventilație și sistemelor de supraveghere pentru transportul mărfurilor periculoase măsurarea următorilor parametri:
- frângerea arborelui cotit al motorului principal;
- frângerea arborilor cotiți ai motoarelor auxiliare;
- jocul lagărului axial de împingere al liniei de arbori;
- jocul lagărului axial al turbinelor principale și/sau auxiliare;
- rezistența de izolație a generatoarelor, motoarelor electrice esențiale, cablurilor si tablourilor de distribuție.

12.7.1.3 Inspecții de reînoire a clasei

Inspecțiile de reînoire a clasei sunt inspecții de o mai mare complexitate care se efectuează la intervalele indicate de simbolul de clasificare.

In general, la navele maritime intervalul care indică și perioada de clasă este de 5 ani.

Inspecția de reînoire a clasei poate fi efectuată în mai multe etape. Intraga perioadă de inspectare nu trebuie să depășească 12 luni si inspecția de reînoire a clasei trebuie să se finalizeze la sfirșitul perioadei de clasă.

In urma efectuării inspecției de reînoire a clasei, clasa navei se poate reînoi pentru o nouă perioadă de clasă.

Mașinile, instalațiile de mașini inclusiv instalațiile electrice pot fie supuse în cadrul unei inspecții de reînoire a clasei la următoarele:

- demontarea și examinarea valvulelor prizelor de fund și refulărilor peste bord când nava se află în doc;
- inspectarea propulsorului (elice) și arborelui portelice când nava se află în doc;
- inspectarea componentelor liniei axiale - arbori și lagăre intermediare;
- inspectarea mașinilor de propulsie - pentru propulsia cu motor diesel principal se pot inspecta: cămășile, chiulasele, pistoanele, tijele pistoanelor, bielele, arborele cotit cu lagărele principale și de biela, capetele de cruce cu lagărele lor, arborele cu came cu lagărele sale, sistemele de injecție, pompele și compresoarele atașate, răcitoarele de aer baleiaj, tubulaturile de aspirație și evacuare, filtrele, echipamentul de pornire, inversare, control și supraveghere si dispozitivele de protecție;
- inspectarea motoarelor auxiliare, de regula în volumul indicat la motorul principal;

- reducerea volumului se poate stabili în funcție de protocoalele de întreținere și reparații;
- inspectarea mașinilor auxiliare - în principal, pompele instalațiilor principale, compresoarele de aer, schimbătoarele de căldură, separatoarele, filtrele, mașinile de cârmă, ventilatoarele, condensoarele, turbinele de abur, vinciurile de manevră și de ancorare, tubulaturile și valvulele instalațiilor principale;
- examinarea tubulaturilor care trec prin tancuri și testarea lor hidraulică dacă este necesar
- inspectarea instalațiilor pentru combaterea incendiului cel puțin în volumul unei inspecții anuale; conținutul recipienților pentru echipamentul portabil de aerospumă trebuie să se înlocuiască; căile de acces și de ieșire de avarie trebuie să fie libere de orice ostacole;
- inspectarea instalației electrice - în principal, generatoarele, motoarele esențiale, tablourile principale, de avarie și de distribuție, cablurile electrice, dispozitivele de protecție electrică, sistemele electrice de control și echipamentul electric în spații cu pericol de explozie cu măsurarea rezistenței de izolație la toate componentele esențiale; verificarea pieselor de rezervă; efectuarea probelor in funcționare a tuturor mașinilor, instalațiilor de mașini inclusiv instalațiile electrice supuse clasificării; probele pot fi efectuate cu nava la cheu sau în mare dacă este necesar

12.7.1.4 Inspectii pentru caldarile de abur

In general, termenul de căldare de abur include căldările recuperatoare și căldările cu apă caldă cu temperatura de ieșire mai mare de 120 **C.**

Căldările de abur se supun următoarelor examinări și testări la intervale regulate:

- inspecție exterioară la intervale anuale, de preferat concomitent cu inspecțiile anuale
- inspecție interioară la intervale de 2,5 ani, de preferat concomitent cu inspecțiile intermediare sau inspecțiile de reînoire a clasei, pentru navele cu o singură căldare principală (de propulsie), inspecțiile intermediare se efectuează la intervale de **2,5** ani pâna la 10 ani de la livrare și în fiecare an după acest termen;
- proba hidraulică de rezistență la punerea în funcționare și ori de câte ori se efectuează reparații majore care afectează părți din structura de rezistență, proba de rezistență se efectuează fără armături montate pe căldare, la o presiune de 1,5 ori presiunea de lucru maximă permisă la punerea în funcționare și la 1,3 ori după aceasta;
- proba de etanșeitate la punerea în funcționare și ori de câte ori se efectuază reparații care afectează etanșeitatea; proba de etanșeitate se efectuează cu armături montate pe căldare la o presiune de **1,**1 ori presiunea de lucru maximă permisă.

Tubulaturile de abur se inspectează în mod regulat la intervale de 5 ani, de preferat *in* legătură cu inspecția de reînoire a clasei.

începând cu a doua inspecție de reclasificare tubulaturile de abur se inspectează pentru stabilirea stării tehnice interioare și exterioare, utilizând metode de control nedistructiv dacă este necesar.

12.7.1.5 Inspecții pentru recipienți sub presiune

Recipienții sub presiune trebuie să fie supuși unei examinări interioare și unei examinări exterioare la fiecare 5 ani. In general, termenul de recipient sub presiune include recipienții cu produsul între presiunea de lucru maximă permisă în bari și capacitatea în metri cubi de cel puțin 200. Recipienții sub presiune cu produsul p x c sub 200 se inspectează împreună cu tubulaturile instalației din care fac parte.

Recipienții sub presiune trebuie să fie supuși unei examinări interioare și unei examinări exterioare la fiecare 5 ani.

Buteliile de CO_2 trebuie **să** fie supuse unei **examinări** interioare și unei **examinări** exterioare la fiecare 10 ani. In **general,** cel puțin 10% din butelii se supun unei testări hidraulice.

Recipienții pentru CO_2 de joasă presiune pentru instalații de stingere incendii se supun unei examinări interioare la intervale care nu depășesc 10 **ani.**

Recipienții care fac parte din instalațiile de control hidraulic sau pneumatic se supun examinării în timpul reparațiilor sau întreținerii. Recipienții pentru aer comprimat cu produsul p - c egal cu sau mai mare de 1000 se supun examinării interioare cel puțin o dată **în** timpul unei **preioade** de clasă sau la intervale care nu depășesc 5 ani.

12.7.1.6 Inspecții pentru arborii portelice

Arborii portelice care au detaliile de proiectare aprobate și care sunt protejați împotriva efectului apei de mare se demontează / se extrag de regula la intervale de 5 ani.

La arborii portelice:

- care au detaliile de proiectare aprobate;
- care sunt protejați împotriva efectului apei de mare;
- care sunt prevăzuți cu sisteme de etanșare cu ulei și ungerea lagărelor cu ulei;
- la care uleiul de ungere se analizează la fiecare 6 luni de către un laborator,
- la care consumul de ulei și temperatura lagărelor se **înregistrează** regulat se poate înlocui inspecția în urma extragerii cu o inspecție modificată. In cadrul acestei inspecții arborele portelice nu se extrage din tubul etambou.

Cu ocazia inspecțiilor intermediare **și/sau** la fiecare 2,5 ani după fiecare extragere, arborii portelice se inspectează pe poziție, de regula cu nava în doc.

Arborii portelice care nu îndeplinesc condițiile menționate mai sus, ca și arborii **gresați** manual, se extrag pentru inspectare cu ocazia fiecărei inspecții periodice **in** doc, de regulă la intervale de 2,5 ani.

Inspecția arborelui portelice extras din tubul etambou cuprinde:

- examinarea arborelui în **întregime,** în special în zona conului, penei, capului filetat sau flanșei de cuplare;
- examinarea nedistructivă a părții pupa cu o metodă aprobată de detectare a fisurilor;
- examinarea suprafețelor de contact ale bucșelor de uzură;
- examinarea sistemelor de etanșare cu ulei - demontarea sau **reînoirea** garniturilor de etanșare în funcție de durata de **serviciu,** construcție sau rezultatul examinării;
- examinarea lagărelor din tubul etambou;
- examinarea elicei după demontare și fixării ei de arborele portelice;
- verificarea jocurilor în lagărele tubului etambou și a căderii arborelui portelice

Inspecția modificată a arborelui portelice cuprinde:

- examinarea părților accesibile ale arborelui;
- examinarea elicei după demontare și fixării ei de arborele portelice;
- examinarea sistemelor de etanșare cu ulei - demontarea sau reînoirea garniturilor de etanșare în funcție de durata de **serviciu,** construcția sau rezultatul examinării;
- examinarea nedistructivă a părții pupa cu o metodă aprobată de detectare a fisurilor;
- verificarea înregistrărilor pentru analiza calității uleiului de ungere, consumul de ulei și temperatura în lagărele tubului etambou;
- verificarea jocurilor în lagărele tubului etambou și a căderii arborelui portelice.

Inspecția pe **poziție** a arborelui portelice cuprinde:

- verificarea jocurilor în lagărele tubului etambou și a căderii arborelui portelice;
- verificarea etanșeității sistemelor de etanșare cu ulei;
- examinarea elicei pe poziție;

- verificarea înregistrărilor pentru analiza calităţii uleiului de ungere, consumul **de ulei şi** temperatura în lagărele tubului etambou;

12.7.1.7 Inspecţii pentru echipament de automatizare

Pentru confirmarea notaţiei de clasa pentru echipamentul de automatizare se efectuează următoarele inspecţii:

- inspecţie pentru confirmarea notaţiei, de regula **dupa** 6 luni după livrarea navei, **redotarea** navei sau conversii **si/sau** reparaţii majore
- inspecţie periodică la fiecare 2,5 ani, de preferat concomitent cu inspecţia intermediară sau inspecţia de **reînoire** a clasei, la navele maritime altele decât nave de pasageri şi în fiecare an, la navele de pasageri.

12.7.1.8 Inspecţii pentru instalaţia de gaz inert

Pentru confirmarea notaţiei de clasa pentru instalaţia de gaz inert la toate tancurile dotate cu o astfel de instalaţie se efectuează o inspecţie periodică la fiecare 2,5 ani, de preferat concomitent cu inspecţia intermediară sau inspecţia de reînoire a clasei.

12.7.2 Inspecţii de reînoire continuă a clasei

La cererea armatorului, inspecţiile cerute pentru reînoirea clasei pot fi distribuite, conform unei programări puse de acord, astfel încât să se extindă peste întreaga perioadă de clasă şi aproximativ 20% din toate inspecţiile cerute pentru reînoirea clasei să fie efectuate în fiecare an.

Avantajul major al aplicării acestei proceduri constă în evitarea volumului mare de lucrări şi inspecţii la terminarea perioadei de clasă şi o mai riguroasă urmărire în exploatare a reperelor de maşini, instalaţii de maşini inclusiv instalaţii electrice pentru care există **reglementări** aplicabile în regulile de clasificare şi construcţie ale unei **societăţi** de clasificare. Folosind această procedură se poate trece din perioada de clasă curentă în perioada de clasă următoare cu un minim posibil de volum de inspecţii.

Efectuarea inspecţiei de reînoire continuă a clasei nu exclude efectuarea celorlalte inspecţii periodice la termenele prezentate mai sus.

Pentru aplicarea procedurii de inspectare continuă se inventariază toate reperele maşinilor, clasificarea materializează rezultatul inventarierii în întocmirea listei reperelor pentru inspecţie. Din aceasta listă nu fac parte reperele care sunt supuse procedurii de inspectare periodică. La începutul aplicării procedurii de inspecţie continuă şi după fiecare reînoire a clasei societatea de clasificare **reînoieşte** lista reperelor care trebuie inspectate.

In prima perioada de clasa repartizarea în timp a reperelor care se inspectează este lăsaţi la latitudinea **armatorului.** Intervalul **între două** inspecţii **ale** aceluiaşi reper nu trebuie să **depăşească** durata unei perioade de clasă, în general, de 5 ani pentru navele maritime. **Respectînd** acest principiu, în următoarele perioade de clasa **începând** cu a doua perioada termenele de inspectare a reperelor sunt **obligatorii.**

În procedura de inspectare continuă societatea de clasificare poate accepta ca repere din lista de **reclasificare** continuă să fie inspectate de către şeful mecanic al navei cu îndeplinirea **următoarelor** condiţii:

- șeful mecanic trebuie să posede un brevet corespunzător funcției pe care o **execută** și recunoscut de societatea de clasificare;
- șeful mecanic trebuie să fi practicat funcția pentru cel puțin un an pe nave cu același tip de mașini de propulsie (motor diesel sau turbine);
- brevetul și dovada perioadei de vechime să fie trimise la societatea de clasificare de către armator dacă acestea sunt cerute;
- numai acele repere care se demontează în mod curent pe mare sau într-un port unde nu există un inspector al societății de clasificare pot fi inspectate de către șeful mecanic;
- componentele care au fost înlocuite datorită uzurii, defecte sau avariate trebuie să fie păstrate la bord până când vor fi examinate de către un inspector al societății de clasificare cu ocazia primei inspecții;
- într-o perioadă de clasă cel mult 50% din repere pot fi inspectate de către șeful mecanic, iar reperele care sunt inspectate de către șeful mecanic într-o perioadă de clasă trebuie să fie inspectate de către un inspector al societății de clasificare în perioada de clasă următoare;
- inspecțiile efectuate de către șeful mecanic trebuie înscrise în jurnalul de bord pentru mașini;
- șeful mecanic trebuie să întocmească rapoarte cu reperele inspectate care trebuie să conțină lucrările efectuare și rezultatul **acestora,** inclusiv al verificărilor în **funcționare** după inspecție; in raport trebuie să se mai înscrie numele șefului mecanic, tipul licenței cu numărul și data eliberării, numărul de ani de vechime ca șef mecanic și numărul de ani de vechime pe același tip de mașini de propulsie;
- în intervalul de cel mult 4 luni de la efectuarea inspecției de către șeful mecanic trebuie efectuată o inspecție de către un inspector al societății de clasificare în care șeful mecanic înmânează rapoartele **inspecțiilor** efectuate de el și se prezintă spre examinare componentele înlocuite datorită uzurii, defectării sau avarierii.

LISTA REZOLUȚIILOR adoptate de COMITETUL PENTRU PROTECȚIA MEDIULUI MARIN din cadrul IMO

reactualizată: aprilie 1996 (*Prezenta listă anulează lista publicată în noiembrie 1995)*

Tabelul 12.4

Nr. rezolutiei	Titlul	Adoptata la	Intra în vigoare la	Statutul	Document	Observatii/ Convenția la care se referă
1	2	3	4	5	6	7
MEPC. 1 (II)	Resolution on establishment of the list of substances to be annexed to the Protocol relating to Intervention on the High Seas in cases of Marine Pollution by Substances other than Oil	21/11/1974		înlocuită cu MEPC 49(31)	MEPC II	INTERVENTION PROTOCOL 1973 a intrat în vigoare la 30/03/1983
MEPC. 2 (vi)	Recommendation on international effluent standards and guidelines for performance tests for sewage treatment plants	03/12/1976	*		MEPC VI	Anexa IV la MARPOL 73/78 nu este încă în vigoare.
	Recommendation on the standard format of the crude oil washing operations and equipment manual	30/11/1979	*		MEPC XII	Anexa I la Marpol 73/78 a intrat în vigoare la 02/10/1983.
MEPC .4(XIII)	Recommendation regarding acceptance of oil content meters in oil tankers	13/06/1980	*		MEPC XIII/16 Anexa 3	MARPOL 73/78, Anexa I
MEPC. 5(XIII)	Specification for oil/water interface detectors	13/06/1980			MEPC XIII/16 Anexa 4	MARPOL 73/78, Anexa I
MEPC. 6(XIV)	Application of the provisions of Annex I of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto on the discharge of oil in the Baltic Sea area			-		
MEPC. 7 (XV)	Entries in oil record books on methods of disposal of residue	09/04/1981			Mepec XV/16 Anexa 10	OILPOL 54/69 a fost înlocuită prin MARPOL 73/78

* MEPC recomandă *guvernelor* să pună în aplicare prevederile acestei rezoluții

Tabelul 12.4 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
MEPC. 8 (XVI)	Discharge of oils not specified by the International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil, 1954, as amended in 1962 and 1969	03/12/1981			MEPC XVI/20, Anexa 6	
MEPC. 9(17)	Application of the Annex V of MARPOL 73/78 on the discharge of garbage in the Baltic Sea area	24/06/1982	*	înlocuită cu MEPC. 31(26)	MEPC 17/21, Anexa 10	Anexa V la MARPOL 73/78 a intrat în vigoare la 31/12/1988
MEPC. 10(18)	Application scheme for oil discharge monitoring and control systems	25/03/1983			MEPC18/18 Anexa 7	Valabilă până la 02/10/ 1986 MARPOL 73/78
MEPC. 11(18)	Guidelines for surveys under Annex I of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto	25/03/1983	*.	Amendată MEPC 24/19, Anexa 13	MEPC 18/18, Anexa 9	
MEPC. 12(18)	Regional arrangements for combating major incidents of marine pollution	24/03/1983			MEPC 18/18, Anexa 10	
MEPC, 13(19)	Guidelines for plan approval and installation survey of oil discharge monitoring and control systems for oil tankers and environmental testing of control sections thereof	09/12/1983	*		MEPC 19/18, Anexa 6	MARPOL 73/78, Anexa I
MEPC. 14(20)	Adoption of amendments to Annex I of MARPOL 73/78	07/09/1984	07/01/1986		MEPC 20/19, Anexa 4	
MEPC. 15 (21)	Installation of oii discharge monitoring and control systems in existing oil tankers	30/04/1985	02/10/1986		MEPC 21/19, Anexa 13	Valabilă până la 02/10/1987 MARPOL 73/78, Anexa I
MEPC. 16 (22)	Adoption of amendments to Annex II of MARPOL 73/78	05/12/1985	06/04/1987		MEPC 22/21, Anexa 2	
MEPC. 17 (22)	Implementation of Annex II of MARPOL 73/78	05/12/1985	06/04/1987		MEPC 22/21, Anexa 3	
MEPC. 18 (22)	Adoption of the standards for procedures and arrangements for the discharge of noxious liquid substances	05/12/1985	06/04/1987	Amendată de MEPC 37/22/ Add.1, Anexa 4 Rez. MEPC. 62(35)	MEPC 22/21, Anexa 4	MARPOL 73/78, Anexa

Tabelul 12. 4 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
MEPC. 19(22)	Adoption of the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk(IBC Code)	05/12/1985	06/04/1987	Amendată de MEPC.32(27) MEPC.40(29) MEPC.55(33)	MEPC 22/21/Add.1 Anexa 5	MARPOL 73/78, Anexa Π
MEPC. 20(22)	Adoption of the Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk(BCH Code)	05/12/1985	06/04/1987	Amendată de MEPC.33(27) MEPC. 41(29)	MEPC 22/21/Add.1 Anexa 6	MARPOL 73/78, Anexa Π
MEPC. 21(22)	Adoption of amendments to Protocol I to MARPOL 73/78 and the text of the Protoco, as amended, anexed theretol	05/12/1985	06/04/1987		MEPC 22/21/Add.1, Anexa 10	
MEPC. 22(22)	Adoption of amendments to Protocol I to MARPOL 73/78 and the text of the Protocol, as amended, annexed thereto	05/12/1985	06/04/1987		MEPC 22/21/Add.1, Anexa 11	MARPOL 73/78, Protocol I
MEPC. 23(22)	The application of Annex Π of MARPOL 73/78 on the discharge of noxious liquid substances in the Baltic Sea area	05/12/1985	01/01/1986		MEPC 22/21/Add.1, Anexa 13	
MEPC> 24 (22)	Adoption of amendments to the revised guidelines and specifications for oil, discharge monitoring and control systems for oil tankers as adopted by the Organization by resolution A.586(14) and to the recommendations on international performance specifications for oily-water separating equipment and oil content metres adopted by the Organization by resolution A.393(x)	05/12/1985	*		MEPC .22/21/Add.1, Anexa 15	MARPOL 73/78, Anexa I
MEPC. 25(23)	Guidelines for surveys under Anex II of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78)	08/07/1986	*		MEPC.23/22, Anexa 2	
MEPC. 26 (23)	Procedures for the control of ships and discharges under Annex Π of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto(MARPOL 73/78)	08/07/1986	*	Anulată de Rez. A. 787(19)	MEPC 23/22, Anexa 3	

Tabelul ***12.4 (continuare)***

1	2	3	4	5	6	7
MEPC. 27(23)	Categorization of liquid substances	08/07/1986		înlocuită cu MEPC. 34(27)	MEPC 23/22, Anexa 5	MARPOL **73/78,** Anexa
MEPC. 28(24)	Compliance with Annex Π of MARPOL 73/78	**20/02/1987**		MEPC 24/19, Anexa 4		
MEPC. 29 (25)	Adoption of amendments to the Annex of the protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973(Designation of the Gulf of Aden as a special area)	01/12/1987	01/04/1988		MEPC 25/20, Anexa 9	MARPOL 73/78, Anexa I
MEPC. 30(25)	**Guidelines** for reporting incidents involving harmful substances	**03/12/1987**		Anulată de Rez.A. 648(16)	MEPC 25/20, Anexa 18	MARPOL **73/78,** Protocol I
MEPC. 31(26)	Establishment of the date of application of the provisions of regulation 5 of Annex **V** of the **International** Convention for the Prevention of **Pollution** from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 **relating** thereto on the Discharge of Garbage in the Baltic Sea area	09/09/1988	01/10/1986		MEPC 26/25, Anexa 8	
MEPC. 32 (27)	**Adcption** of amendments to the International Code for **rthe** Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (**IBC** Code)	17/03/1989	13/10/1990		MEPC 27/16, **Corr.1** și **Corr.2,** Anexa 3	MARPOL 73/78, Anexa II
MEPC. 33 (27)	Adoption of amendments to the Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk **(BCH** Code)	**17/03/1989**	13/10/1990		MEPC 27/16, **Corr.1** și **Corr.2,** Anexa 4	MARPOL 73/78, Anexa
MEPC. **34 (27)**	Adoption of amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convertion for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Appendices Π and Π of Annex Π of MARPOL **73/78)**	17/03/1989	13/10/1990		MEPC 27/16, Anexa 5	
MEPC. 35(27)	Implementation of Annex **III** of MARPOL **73/78**	17/03/1989	01/07/1992	înlocuita cu MEPC. 58(33)	MEPC **27/16,** Anexa 9	

Tabelul 12.4 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
MEPC36 (28)	Adoption of amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships , 1973 (Amendments to Annex V of MARPOL 73/78)	17/10/1989	18/02/1991		MEPC 28/4 Anexa 2	
MEPC. 37 (28)	Establishment of the date of application of the provisions of regulation 5 of Annex V of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto on the Discharge of Garbage in the North Sea area	17/10/1989	18/02/1991		MEPC28/4, Anexa 3	
MEPC. 38(29)	Application of the provisions of Annex IV of the International Convention for the Prevention of Pollution Fromm Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto on the Discharge of Sewage in the Baltic Sea area	13/03/1990	03/05/1990		MEPC 29/22, Anexa 4	Anexa IV la MARPOL 73/78 nu este încă în vigoare
MEPC, 39 (29)	Adoption of amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Introduction of the harmonized system of survey and certification under Annexes I and II of MARPOL 73/78)	16/03/1990	Nu este încă în vigoare		MEPC 29/22, Anexa 5	Va intra în vigoare la aceeași dată cu Protocoalele din 1988 la SOLAS și Load Lines. *
MEPC. 40(29)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code) (Harmonized system of survey and certification)	16/03/1990	Nu este încă în vigoare		MEPC 29/22, Anexa 6	Va intra în vigoare la aceeași dată cu Protocoalele din 1988 la SOLAS și Load Lines *
MEPC. 41(29)	Adoption of amendments to the Code for the Construction and Equipment of Ships Carryng Dangerous Chemicals in Bulk (BCH Code) (Harmonized system of survey and certification)	16/03/1990	Nu este încă în vigoare.		MEPC 29/22, Anexa 7	Va intra în vigoare la aceeași dată cu Protocoalele din 1988 la SOLAS și Load Lines.*

* *Vezi Rezoluția A. 718(17) - Punerea în aplicare anticipată a Sistemului armonizat de inspectare și certificare, **completată prin rezoluția A. 745(18).**

Tabelul ***12.4(continuare)***

1	2	3	4	5	6	7
MEPC. 42 (30)	Adoption of amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Designation of Antarctic area as a Special area under Annexes I and V of MARPOL 73/78	15/11/1990	17/03/1992		MEPC 30/24, Anexa 5	
MEPC. 43 (30)	Prevention of Pollution by Garbage in the Mediterranem	15/11/1990	01/01/1992		MEPC 30/24, Anexa 12	MARPOL 73/78, Anexa V
MEPC. 44(30)	Identification of the Great Barrier Reef Region as a particularly sensitive area	16/11/1990			MEPC 30/24, Anexa 17	MARPOL 73, Rez. 9
MEPC. 45 (30)	Protection of the Great Barrier Reef Region	16/11/1990	*		MEPC 30/24, Anexa 18	MARPOL 73, Rez. 5
MEPC. 46 (30)	Measures to control potential adverse impacts associated with use of tributlyl tin compounds in anii- fauling paints	16/11/1990	*		MEPC 30/24, Anexa 19	
MEPC.47 (31)	Amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (New regulation 26 and other amendments to Annex I of MARPOL 73/78)	04/07/1991	04/04/1993		MEPC 31/21, Anexa 6	
MEPC. 48 (31)	Amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Designation of the Wider Caribbean area as a special area under Annex V of MARPOL 73/78)	04/07/1991	04/04/1993		MEPC 31/21, Anexa 7	
MEPC. 49(31)	Revision of the list of substances to the Protocol relating to intervention on the High Seas in cases of Marine Pollution by substances other than oil	04/07/1991	24/07/1992		MEPC 31/21, Anexa 8	INTERVENTION PROTOCOL 1973
MEPC. 50 (31)	International guidelines for preventing the introduction of unwanted aquatic organisms and pathogens from ship's ballast water and sediment discharges	04/07/1991	*	înlocuită cu Rez. A. 774(18)	MEPC 31/21, Anexa 16	MARPOL 73, Rez. 18

Tabelul 12.4 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
MEPC. 51 (32)	Amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Discharge criteria of Annex I of MARPOL 73/78)	06/03/1992	06/07/1993		MEPC 32/20, Anexa 5	
MEPC. 52 (32)	Amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (New regulations 13F and 13G and related amendments to Annex I of MARPOL 73/78)	06/03/1992	06/07/1993		MEPC 32/20, Anexa 6	
MEPC. 53 (32)	Development of the capacity of ship scrapping for the smooth implementation of the amendments to Annex I of MARPOL 73/78	06/03/1992	*		MEPC 32/20, Anexa 7	
MEPC. 54(32)	Guidelines for the development of shipboard oil pollution emergency plans	06/03/1992	04/04/1993		MEPC 32/20, Anexa 4	MARPOL 73/78, Anexa I
MEPC. 55 (33)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code)	30/10/1992	01/07/1994		MEPC 33/20/ Add.1, Anexa 6	MARPOL 73/78, Anexa II
MEPC. 56(33)	Adoption of the Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (BCH Code)	30/10/1992	01/07/1994		MEPC 33/20/ Add.1, Anexa 7	MARPOL 73/78, Anexa II
MEPC. 57 (33)	Adoption of amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Designation of the Antartic Area as a Special Area and Lists of Liquid Substances in Annex II)	30/10/1992	01/07/1994		MEPC 33/20/Add.1, Anexa 8	
MEPC. 58(33)	Adoption of amendmens to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (revised Annex III of MARPOL 73/78)	30/10/1990	28/02/1994		MEPC 33/20/Add.1, Anexa 9	

Tabelul 12.4 ***(continuare)***

1	2	3	4	5	6	7
MEPC. 59 (33)	Revised Guidelines for the implementation of Annex V of MARPOL 73/78	30/10/1992	*		MEPC **33/20/** Add. 1, Anexa 2	Amendează MEPC 26/25, Anexa 7
MEPC. 60 (33)	Guidelines and Specifications for polution equipment for machinery space bilges of ships	30/10/1992	30/04/1994		MEPC **33/20/Add.1,** Anexa 10	înlocuieşte rez. A. **393(X)/ MARPOL** 73/78, Anexa I
MEPC. 6.1 934)	Visibility limits of oil discharges of Annex I of MARPOL 73/78	09/07/1993	*		MEPC **34/23/** Add. 1, Anexa 12	
MEPC. 62(35)	Amendments to the Standards for procedures and arrangements for the discharge of noxious liquidsubstances	11/03/1994	01/07/1994		MEPC 35/21, Anexa 2	Amendează Rez. MEPC. **18** (22)
MEPC. 63(36)	Oil tanker stability, operational safety and protection of the marine environment	**02/11/1994**	*		MEPC **36/22,** Anexa 2	
MEPC. 64 (36)	Guidelines for approval of alternative structural or operational arrangements as called for in regulation 13g(7) of Annex I of MARPOL 73/78	04/11/1994	După caz, începând cu 06/07/1995		MEPC 36/22, Anexa 8	
MP/CONF. Res.1	Adoption of amendments to the Annexes **I,II,III** and V of MARPOL 73/78	03/11/1994	03/03/1996		**MP/CONF.** 28	Amendamentele au fost adoptate la Conferinţa părţilor la MARPOL din noiembrie 1994
MEPC. 65 (37)	Amendments to the Annex of the Protocol of **1978** relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 (Amendments to Regulation 2 and new Regulation 9 of Annex V)	14/09/1995	01/07/1997		MEPC **37/22/Add.1,** Anexa 13	
MEPC. 66 (37)	Interim Guidelines for approval of alternative methods of design and construction of oil tankers under **Regulation** 13F(5) of Annex I of MARPOL 73/78	14/09/1995	*		MEPC **37/22/Add.1,** Anexa 16	
MEPC. 67(37)	Guidelines on incorporation of the precautionary approach in the context of specific **IMO activities**	15/09/1995			MEPC **37/22/Add.1,** Anexa 10	Se adresează organismelor din cadrul IMO

* MEPC recomandă *guvernelor* să pună în aplicare prevederile acestei rezoluţii.

LISTA REZOLUŢIILOR adoptate de COMITETUL SECURITĂŢII MARITIME din cadrul IMO

reactualizată: aprilie 1996

Tabelul 12.5

1	2	3	4	5	6	7
MSC.1 (XLV)	The **1981** amendments to International Convention **for** the Safety of Life at **Sea,** 1974	20/11/1981	01/09/1984		MSC XLV	SOLAS **1974** a intrat în vigoare la 25/05/1980
MSC. 2 (XLV)	The 1981 **aamendments** to the Protocol of 1978 **relating** to the International Convention for the Safety of Life at **Sea,** 1974	20/11/1981	01/09/1984		MSC XLV/9, Anexa 4	SOLAS PROTOCOL 1978 a intrat în vigoare la **01/05/1981**
MSC. 3 (48)	Adoption **of** amendments to the International Convention for Safe Containers **(CSC),** 1972	13/06/1983	01/01/1984		MSC 48/25, Anexa 43	CSC 1972 a intrat în vigoare la **06/09/1977**
MSC> **4 (48)**	Adoption of the International **Code** for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk **(IBC** Code)	**17/06/1983**	01/07/1986	Amendată de MSC. 10(54) MSC. 14(57) MSC. 16(58) MSC. 28(61)	MSC 48	SOLAS 1974
MSC. 5(48)	Adoption of the International Code for the Construction and **Equipment** of Ships Carrying Liquefied Gases in **Bulk(IGC** Code)	17/06/1983	01/07/1986	**Amendată** de MSC. 17(58) MSC. 30(61) MSC. 32(63)	MSC 48	SOLAS 1974
MSC. 6(48)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at **Sea,** 1974	**17/06/1983**	01/07/1986		MSC 48	
MSC. 7(48)	Recommendations on chemical tankers and gas **carriees** constructed before 1 July 1986	**17/06/1983**	*		MSC 48	SOLAS 1974
MSC. 8(48)	**Recomandations** concerning fire safety requirements additional to those contained in chapter II-2 of the 1981 SOLAS amendments	17/06/1983	*		MSC 48/25, Anexa 7	
MSC. 9(53)	Adoption of the revised Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk **(BCH** Code)	17/09/1986	*	Amendată de MSC. 15 (57) MSC. 18 (58) MSC. 29(61)	MSC 53	SOLAS 1974
MSC. 10 (54)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (**resolution MSC. 4(48))**	29/04/1987	30/10/1988		MSC 54	SOLAS 1974

Tabelul 12.5(continuare)

1	2	3	4	5	6	7
MSC. 11(55)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	21/04/1988	22/10/1989		MSC 55	
MSC. 12(56)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	28/10/1988	29/04/1990		MSC 56	
MSC. 13 (57)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	11/04/1989	01/02/1992		MSC 57	
MSC. 14(57)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code)	11/04/1989	13/10/1990		MSC 57/27/Add.2, Anexa 29	SOLAS 1974
MSC. 15 (57)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code)	11/04/1989	13/10/1990		MSC 57/27/Add.2, Anexa 30	SOLAS 1974
MSC. 16 (58)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk(IBC Code) (Harmonized System of Survey and Certification)	24/05/1990	Nu este încă în vigoare		MSC 58/25/Add.1, Anexa 3	Va intra în vigoare la aceeaşi dată cu Protocoalele din 1988 la SOLAS şi Load Lines.**
MSC. 17 (58)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gasesdin Bulk(IGC Code) (Harmonized System of Survey and Certification)	24/05/1990	Nu este încă în vigoare		MSC 58/25/Add.1, Anexa 4	Va intra în vigoare ia aceeaşi dată cu Protocoalele din 1988 la SOLAS şi Load Lines.**
MSC. 18 (58)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk(BC H Code) (Harmonized System of Survey and Certification)	24/05/1990	Nu este încă în vigoare		MSC 58/25/Add.1, Anexa 5	Va intra în vigoare la aceeaşi dată cu Protocoalele din 1988 la SOLAS şi Load Lines.**

* MSC recomandă Guvernelor să pună în aplicare prevederile acestei rezoluţii.

** Vezi rezoluţia A. 718(17) - Punerea în aplicare anticipată a Sistemului armonizat de inspectare şi certificare, completată prin rezoluţia A. 745(18).

Tabelul12.5(continuare)

1	2	3	4	5	6	7
MSC. 19 (58)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	25/05/1990	01/02/1992		MSC 58/25/Add.2 Anexa 2,	
MSC. 20(59)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	17/05/1991	01/01/1993		MSC 59/33/Add.3, Anexa 8	
MSC. 21(59)	Adoption of amendments to the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers(STCW), 1978	22/05/1991	01/12/1992		MSC 59/33/Add.3, Anexa 36	STCW 1978 a intrat în vigoare la 28/04/1984
MSC. 22(59)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	23/05/1991	01/01/1994		MSC 59/33/Add.3, Anexa 34	
MSC. 23(59)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safe Carriage of Grain in Bulk	23/05/1991	01/01/1994		MSC 59/33/Add.3, Anexa 35	SOLAS 1974
MSC. 24 (60)	Adoption of amendments to Chapter П-2 of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 . Fire safety measures for existing passenger ships	10/04/1992	01/10/1994		MSC 60/21 Anexa 3	
MSC. 25(60)	Adoption of amendments to the Code for the Construction and Equipment of Carrying Liquefied Gases in Bulk (Harmonized System of Survey and Certification)	10/04/1992	Nu este încă în vigoare		MSC 60/21, Anexa 11	Va intra în vigoare la aceeași dată cu Protocoalele din 1988 la SOLAS și Load Lines*.
MSC. 26(60)	Adoption of amendments to Chapter II-1 of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 Existing RO-RO passenger ships	10/04/1992	01/10/1994		MSC 60/21, Anexa 2	
MSC. 27(61)	Adoption of amendments of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	11/12/1992	01/10/1994		MSC 61/21/Add.1, Anexa 2	
MSC. 28(61)	Adoption of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (IBC Code)	11/12/1992	01/07/1994		MSC 61/21/Add.1, Anexa 4	SOLAS 1974

Tabelul 12.5 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7
MSC. 29(61)	Adoption of amendments to the Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk (BCH Code)	11/12/1992	01/07/1994		MSC 61/21/Add.1, Anexa 5	SOLAS 1974
MSC. 30(61)	Adoption of amendments to the Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code)	11/12/1992	01/07/1994		MSC 61/21/Add.1, Anexa 6	SOLAS 1974
MSC. 31(63)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	23/05/1994	Anexa 1: 01/01/ 1996 Anexa 2: 01/07/1998		MSC 63/23/Add.1 Anexa 2	
MSC. 32(63)	Adopttion of amendments to the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (IGC Code)	23/05/1994	01/07/1998		MSC 63/23/Add.1 Anexa 3	SOLAS 1974
MSC. 33(63)	Adoption of amendments to the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978	23/05/1994	01/01/1996		MSC 63/23/Add.1, Anexa 4	
MSC. 34(63)	Adoption of amendments to the Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (GC Code)	23/05/1994	01/07/1998		MSC 63/23/Add.1 Anexa 5	Amendează Rez. A. 328(IX)
MSC. 35(63)	Adoption of Guidelines for emergency towing arrangements on tankers	20/05/1994	01/01/1996		MSC 63/23/Add.1 Anexa 7	SOLAS 1974 înlocuiește Rez.A.535(13)
MSC. 36(63)	Adoption of the International Code of Safety for High Speed Craft (HSC Code)	20/05/1994	01/01/1996		MSC 63/23/Add.2 Anexa 18	SOLAS 1974
MSC. 37 (63)	Adoption of amendments to the Code of Safety for Dynamically Supported Craft (DSC Code)	19/05/1994	01/01/1996		MSC 63/23/Add.1 Anexa 19	Amendează Rez. A.373(X)
MSC. 38 (63)	Adoption of amendments to the Code for Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units, 1989 (MODUS Code)	19/05/1994	Anexele 2 şI 3 01/07/1994		MSC 63/23/Add.1, Anexa 20	Amendează Rez. A.649(16); Anexa 1 privind HSSC* va intra în vigoare la aceeași dată cu Protocoalele din 1988 la SOLAS și Load Lines**

Tabelul 12.5(continuare)

1	2	3	4	5	6	7
MSC. 39(63)	Adoption of the Code on Alarms and Indicators	19/05/1994	*	Anulată de Rez.A. 830(19)	MSC 63/23/Add.1 Anexa 23	
SOLAS/ CONF.94 Res.1	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	24/05/1994	Anexa1: 01/01/1996 Anexa2: 01/071998		SOLAS/ CONF. 2/27	Amendamentele au fost adoptate ia Conferința SOLAS din mai 1994
MSC. 40(64)	Standard for qualifying marine materials for high speed craft as fire- restricting materials	05/12/1994	01/01/1996		MSC 64/22/Add.1 Anexa 4	HSC Code - SOLAS 1974
MSC. 41(64)	Interim standard for measuring smoke and toxic products of combustion	05/12/1994	01/01/1996		MSC 64/22/Add.1 Anexa 5	HSC Code - SOLAS 1974 1993 Torremolinos Protocol
MSC. 42(64)	Adoption of amendments to the International Convertion for the Safety of Life at Sea, 1974	09/12/1994	01/07/1996		MSC 64/22/ Add.1 Anexa 2	
MSC. 43(64)	Guidelines and criteria for ship reporting systems	09/12/1994	01/01/1996		MSC 64/22/Add.1 Anexa 11	SOLAS 1974
MSC. 44(65)	Standards for fixed sprinkler systems for high speed craft	11/05/1995	***		MSC 65/25/Add.2 Anexa 27	HSC Code - SOLAS 1974
MSC. 45(65)	Test procedures for fire-resisting divisions of high speed craft	11/05/1995	***		MSC 65/25/Add.2 Anexa 28	HSC Code - SOLAS 1974
MSC. 46(65)	Adoption of amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	16705/1995	01/01/1997		MSC 65/25/Add.1 Anexa 2	
SOLAS/ CONF. 95 Res.1	Adoption of amendmentsto the annex to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	29/11/1995	01/07/1997		SOLAS/ CONF.3/46	Amendamentele au fost adoptate la Conferința SOLAS din noiembrie 1995

* HSSC înseamnă Sistemul armonizat de inspectare şI certificare

** Vezi rezoluția A.718(17)- Punerea în aplicare anticipată a Sistemului armonizat de inspectare şI certificare, completată prin rezoluția A.745(18).

*** MSC recomandă *guvernelor* să pună în aplicare prevederile acestei rezoluții.